د. سعد شحاته محمد المراغي

مقدمة في علم الفطريات



منشورات
جامعة عمر المختار
البيضاء


المعرفة حق طبيعي لكل إنسان
جامعة عمر المختار . البيضاء


المعرفة حق طبيعي لكل إنسان
جامعة عمر المختار - البيضاء

مقدمة في علم الفطريات

مقدمة في علم الفطريات

د. سعد شحاته محمّد المراغي
قسم الأحياء
كليّة العلوم - جامعة عمر المختار



منشورات
جامعة عمر المختار
البيضاء

الطبعة الاولي 1994

جامعة عمر المختار

ص . ب 919 البيضاء

هاتف / 2235 / 84 MUKUASCLY مبرق 50409

الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمي



منشورات
جامعة عمر المختار
البيضاء

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

﴿ لَهُۥ مَا فِى ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَمَا فِى ٱلْأَرْضِ وَمَا بَيْنَهُمَا وَمَا تَحْتَ ٱلثَّرَىٰ ﴿٦﴾ وَإِن تَجْهَرْ بِٱلْقَوْلِ فَإِنَّهُۥ يَعْلَمُ ٱلسِّرَّ وَأَخْفَى ﴿٧﴾ ﴾.

صدق الله العظيم

سورة طه

إهــداء....

إلى أبنائي الأعزاء...

محمـد

و

أحمـد

تقديم

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمدلله ، والصلاة والسلام على رسول الله .

هذا الكتاب "مقدمة في علم الفطريات" اقدمه للطالب في الوطن العربي الكبير للاستعانة بما يحتويه ، بعد ان استهدف التطوير بالتعليم الجامعي الي تعميم الدراسة باللغة العربية ، لذلك لزم تزويد المكتبة العربية بمؤلفات عربية تحل محل بعض الكتب الدراسيه الاجنبية .

وانني اذ اتقدم بهذا الكتاب الي اخواني الطلاب العرب راجيا ان اكون قد و فقت في هذا المجال من حيث تقديم المادة العلمية وطريقة عرضها ووضوح اسلوبها وتزويدها بالكثير من الاشكال التوضيحية .

ولااقول ان هذا الكتاب قد بلغ مرتبه الكمال ، وحسبي انني بذلت غاية الجهد ، واملي ان يعقب هذه الخطوة خطوات اخري .

وفي الختام ، فاني اناشد الاخوة الزملاء في مجال التدريس والبحث ان لايترددوا في ابدا ملاحظاتهم ومقترحاتهم بشان مواضيع الكتاب حتي يتسنى وضعها في الاعتبار عند اعداد الطبعات القادمة مستقبلا ،

والله ولي التوفيق ،،

ووفقنا الله جميعا لما فيه خير الوطن ..

دكتور سعد شحاتة محمد المراغي

البيضاء ، فبراير 1994 م

شكر وتقدير

الحمدلله الذي الهمني طريق الصواب واعانني علي انجاز هذا الكتاب خدمه لاخواني الطلاب .

وانه لايسعني ان اتقدم بخالص شكري وتقديري الي الزميل **الدكتور فتحي سعد محمد المسماري** امين قسم وقاية النبات ـ كليه الزراعة جامعة عمر المختار والزميل **الدكتور عوض محمد عبدالرحيم** عضو هيئة التدريس بقسم وقاية النبات ـ كليه الزراعة ـ جامعة عمر المختار ، لما بذلوه من مراجعة علمية قيمة لهذا الكتاب فضلا عما ابدوه من ملاحظات قيمة ومساعدات لاغني عنها في سبيل اخراج الكتاب بالصورة التي بين يدي القاريء العزيز .

كذلك اتقدم بالشكر والتقدير الي الزميل **الاستاذ ادريس فضيل الحداد** عضو هيئة التدريس بقسم اللغة العربية ـ كلية التربية ـ جامعة عمر المختار علي مراجعته اللغوية القيمة لهذا الكتاب .

وفي الختام ، كلمة شكر وعرفان اسجلها لافراد اسرتي علي مااظهروه من تشجيع مستمر طوال فترة اعداد الكتاب .

دكتور سعد شحاتة محمد المراغي

البيضاء ، فبراير 1994م

المحتـــــــــــــويات

الموضـــــــــــــوع	الصفحة

الموضـــــوع	الصفحة

علم الفطريات Mycology

مقدمة وتعريف

Preface and Identification

اشتقت التسمية العلمية لهذا الاختصاص من نفس الكلمة الاغريقية ميكولوجي (Mykes تعني فطر عيش الغراب *Agaricus* , Ology فتعني علم) وهذا يعني دراسه فطر عيش الغراب ، نظرا لان هذه الفطريات من اشهر الفطريات التي لفتت انتباه كثير من العلماء لكبر حجمها وذلك قبل اختراع المجهر .. هذا ولم تحظ الدراسات التصنيفية للفطريات بالاهتمام الا بعد اختراع المجهر في القرن السابع عشر .

والفطريات Fungi (مفرد : فطر Fungus) او Mykes) Mycophyta تعنى فطر عيش الغرابPhyta ، وتعني Plant نبات) . كائنات حيه-Living organ isms نباتية لازهرية Cryptogamae تنتمي الي مجموعة النباتات الثالوسيه Thallophyta اي بمعنى ان جسم النبات ذو تركيب ثالوسي Thallus غير مميز الي جذر وساق او اوراق نباتية .

وتختص الفطريات بالعديد من الصفات المميزة التي نتناولها بايجاز في النقاط التالية :

1 . نباتات خالية من البلاستيدات الخضراء Chloroplasts - اليخضور Chloropyll ـ كذلك صبغ الانثوسيانين Anthocyanin ولكن يوجد بها صبغ الكاروتين Carotein بكثرة .

2 . تشبه الفطريات الطحالب Algae من حيث تركيبها الخضري ، فهي اما وحيدة الخلية Unicellular او خيطية Filamentous او تتشابك خيوطها لتكوين

تراكيب خلوية تشبه البرانشيما وتسمي بالبرانشيما الكاذبة Pseudoparenchyma .

3 . ذات اجساد شبه خيطية مجهرية متفرعة تعرف باسم الخيوط الفطرية او الهيفات Hyphae(مفرد : هيفا Hypha) تتفرع وتتداخل لتكون غزلا يري بالعين يعرف بالغزل الفطري او الميسيليات Mycelia (مفرد: ميسيليوم Mycelium) وقد تكون هذه الخيوط مقسمة Septate اوغير مقسمة Aseptate الى خلايا تعرف باسم المدمج الخلوي Coenocytic .

4 . لخيوطها الانبوبية جدر خلوية تحتوي علي السليولوز او الكيوتين وذلك باستثناء قلة من الفطريات تفتقر خيوطها الي وجود جدار خلوي .

5 . تمتد الخيوط المكونة لجسد الفطر بواسطة نمو طرفي . ولو ان غالبية اجزاء الكائن لديها القدرة الكامنة علي النمو وتتميز التراكيب التكاثرية عن الجسدية حيث تساهم التراكيب التكاثيرية بما تظهره من تنوع في اشكالها في تصنيف الفطريات .

6 . تحتوي الفطريات علي انوية حقيقية Eukaroytic حيث تحتوي كل نواة علي غشاء نووي ونوية وشبكة كروماتينية وعصير نووي ولا تلبث الشبكة الكروماتينية ان تنتظم في صبغات (كروموسومات) خلال عملية الانقسام الخلوي .

7 . تتكاثر بواسطة الجراثيم spores غير متحركة Immotile او متحركة motile

8 . كائنات متباينه التغذية Heterotrophic حيث تحصل علي غذائها مترممة بمهاجمت المادة العضوية الميتة Saprophytes او متطفلة باصابة كائنات حيه Parasites وهناك نوع اخر من المعيشة يعرف باسم التكافل Symbioses حيث تحدث تبادل منفعة نتيجة المشاركة لفطر وكائن حي اخر مثل الطحالب ليكون مايعرف باسم الاشن Lichens .

9 . تختزن الفطريات المواد الغذائية علي هيئة زيوت او جليكوجين ولايوجد النشا

مطلقا فيها .

10 . تستطيع غالبية الفطريات النمو بين درجتي صفر ، 35 درجة مئوية ولكن تقع الدرجة المثلي للنمو في معظم الانواع الفطرية بين درجتي 20° ، 30° م هذا وقد ثبتت مقدرة انواع فطرية علي تحمل درجات حرارة بالغة الانخفاض .

11 . تختلف الفطريات عن البكتريا في كونها كائنات محبه للحموضةالضعيفة ويعتبر الرقم الهيدروجيني 6PH هو الامثل لنمو غالبية الفطريات .

12 . يعد الضوء ضروريا لتجرثم غالبية الفطريات ، كذلك يلعب دورا هاما في انتشار الجراثيم حيث تكون الاعضاء الحاملة للجراثيم في معظم الانواع الفطرية موجبة الانتحاء الضوئى .

13 . للفطريات القدرة علي افراز عدد كبير من الانزيمات Enzymes وهي تختلف باختلاف البيئات التي تنمو عليها ، تعمل هذه الانزيمات علي تحلل وتفكك المواد العضوية المعقدة الي مواد بسيطة يسهل امتصاصها والاستفادة منها ، فلبعض الفطريات المتطفلة القدرة علي افراز انزيم السليوليز Cellulase الذي يعمل علي تحليل مادة السليولوز Cellulose وانزيم البكتينيز Pectinase لتحليل البكتين Pectin بالصفيحة الوسطي Middle lamella لجدر خلايا العائل Host فيخترق الفطر بذلك خلايا العائل الي البروتوبلازم ، وتحصل الخيوط الممتدة بين الخلايا لكثير من الفطريات لا سيما تلك الاجبارية التطفل Obligate parasites علي النباتات علي الغذاء بواسطة ممصات Haustoria ، تلك التي يدفع بها الفطر الي خلايا العائل من خلال اذابة وتثقيب الجدار الخلوي .

كما تسهم هذه الانزيمات في اتمام الكثير من التحولات الكيميائية ذات الاهمية الاقتصادية كانتاج الاحماض العضوية والتحولات الميكروبيولوجية للسترولات ، كذلك تستخدم هذه الانزيمات لانواع معينه من الفطريات في نضج واسباغ المذاق المميز لبعض انواع الجبن ، كما تستخدم في عمليات التخمر .

كما لايفوتنا ان نذكر ان للفطريات الفضل الاول في اكتشاف المضادات الحيويه Antibiotics التي تفرز بواسطة عدد كبير من الانواع الفطرية المختلفة والمستخدمة في ايقاف نمو او الفتك بكثير من البكتريا المتطفلة علي الانسان والحيوان .

14 . وبالرغم من ان للفطريات الكثير من التطبيقات النافعة سالفة الذكر الا انه قد ثبت تورطها في الكثير من الاضرار وخاصة تلك التي توثر علي صحة الانسان ، الحيوان والنبات ، فقد ثبت موخرا مقدرة العديد من الانواع الفطرية علي افراز المواد السامة والتي يطلق عليها السموم الفطرية Mycotoxins في الوسط الخارجي Exotoxins والتي عرف منها الكثير كسموم الافلاتوكسينات Aflatoxins والترايكوثيسنات Trihothecines وغيرها وهي تحدث اضرارا بالغة في صحة كل من الانسان ، الحيوان والنبات .

الخيوط الفطرية

The Fungal hyphae

يتكون الثالوس الفطري عادة من خيوط مجهرية تنمو وتتفرع في جميع الاتجاهات ـ عن طريق النمو الطرفي ـ وتعرف هذه الخيوط عادة باسم الخيوط الفطرية او الهيفات Hyphae (مفرد : هيفا Hypha) تاخذ في التفرع والتداخل مكونة غزلا فطريا او ميسيليات Mycelia (مفرد : ميسيليوم Mycelium) يري العين ويتراوح سمك الخيط الفطري 0.5 ـ 100 ميكرون ويتكون من جدار رقيق مبطن بالبروتوبلازم . قد يكون البروتوبلازم متصلا وتنتشرالنويات فى السيتوبلازم ويعرف فى هذه الحالة بالمدمج الخلوى Coenocytic كما في الفطريات البيضية Oomycetes والفطريات التزاوجية Zygomycetes او تتخلله مجموعه من الجدر العرضية تقسم الخيط الى مجموعة من الخلايا وتعرف الجدر العرضية بالحواجز Septa (مفرد : حاجز Septium) وتحتوي الخلايا الفردية في هذه الحاله علي نواة او اثنين وتعرف بانها ثنائية النواة او اكثر من نواتين وذلك حسب نوع الفطر والطور الذي يمر به ففي حالة فطر

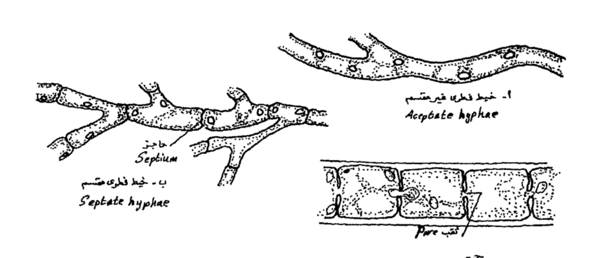
نيوروسبورا كرازا *Neurospora crassa* يصل عدد الانوية في الخلية الواحدة الي حوالي مائة نواه . ويتواجد الغزل الفطري المقسم في الفطريات الزقية Ascomycetes ، الفطريات البازيدية Basidiomycetes والفطريات الناقصة Deuteromycetes وترتبط بروتوبلاستات الخلايا في هذه الفطريات عن طريق ثقب مركزي في كل حاجز (شكل1) .

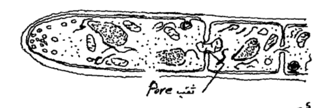
ياخذ الغزل الفطري اثناء مراحل معينة من دورة حياة غالبية الفطريات في الانتظام الي انسجة مفككة او كثيفة التشابك وفيه تكون الخيوط الفطرية المكونة له متوازية بعضها مع بعض الي حد ما ، والبرانشيمي الكاذب Pseudoparenchma والتي تشبه البرانشيما للنباتات الراقية وهي بيضاوية الشكل ، وتكون البرانشيما الكاذبه طرزا متعددة من التراكيب الجسدية والتكاثرية ، ومن امثلة هذه التراكيب الجسدية الحشيه الثمرية" Stroma او الجسم الحجري Sclerotium فالاول تركيب جسدي مدمج تتواجد عليه او بداخله الاجسام الثمرية ، اما الثاني فجسم صلب ساكن يقاوم الظروف الخارجية ثم ينبت عند تحسن تلك الظروف وقد يظل علي حاله سكونه هذه لفترات زمنية طويلة (شكل 2) .

الخلية الفطرية

The Fungal cell

يعرف جسم الفطر بالثالوس Thallus الذي قد يتكون من خلية واحدة كما في فطر الخميرة Yeast او مجموعة من الخيوط Hypha تتفرع وتتشابك مكونه ما يعرف باسم الغزل الفطري Mycelium وكما ذكرنا سابقا فان الخيوط الفطرية الانبوبية الشكل قد تكون متصلة او مقسمة بواسطة جدر عرضية الي خلايا . وتنمو الفطريات بواسطة النمو القمي وتتفرع في جميع الاتجاهات وتحتوي الخيوط الفطرية في معظم الانواع الفطرية علي جدار خلوي وبروتوبلازم يبطن جدرها ، به فجوات ومواد غذائية مخزنة .

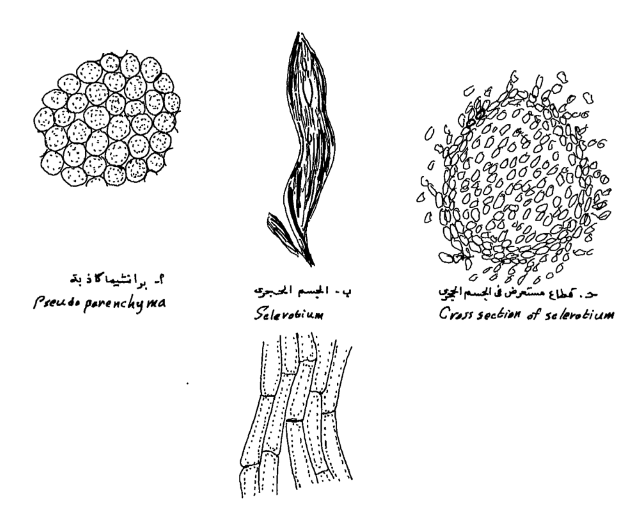






جـ ، د ، هـ - خيط فطرى مقسم وعلى الحواجز العرضية ثقوب
Septate hyphae with pores

شكل (1) : الخيوط الفطرية.
The fungal hyphae



شكل (2): بعض التراكيب الجسديه فى الفطريات

Some fungal somatic structures

الجدار الخلوي

Cell wall

تحاط الخيوط الفطرية - الخلية الفطرية - بجدار خلوي صلب يختلف في تركيبه الكيميائي من الفطريات الدنيئة الي الراقية ، ويعمل الجدار الخلوي علي حماية وحفظ شكل الخلية ويعتبر من اهم المكونات الخلوية غير الحية . وهناك قلة من الفطريات تفتقر الي وجود جدار خلوي في اجسادها الاميبية شبه الحيوانية ويطلق علي هذه الفطريات "الفطريات الهلامية" Slime moulds والتركيب الجسدي للفطريات الهلامية هو بلازموديوم Plasmodium.

ووجود هذا الجدار الخلوي في الفطريات لا يعني فصل المادة الحيه في الخلايا عن بعضها - ففي تلك الهيفات المقسمة - يتم اتصال المادة الحيه بواسطة خيوط سيتوبلازمية دقيقة Cytoplasmic strands تمر من خلال ثقب مركزي علي جدار الحاجز .

البروتوبلازم

Protoplasm

يطلق عادة علي وحدة المادة الحية داخل جسم الكائن الحي لفظ بروتوبلازم Protoplasm اما وحدة المادة الحيه داخل الخلية فهي البروتوبلاست Protoplast تحاط بالجدار الخلوي غير الحي . ترعي هذه المادة الحيه كل مظاهر الحياه المختلفة في جسم الكائن الحي من تغذية ، تنفس ، تكاثر واستجابه للموثرات الخارجية وغيرها مما يتميز به الكائن الحي .

يبدو البروتوبلازم كسائل بسيط الا انه في الحقيقة نظام ديناميكي معقد ، له القدرات المميزة للحياة كما ان تحلله الكيميائي يعرضه للتلف . وهو يحتوي علي مواد عضوية وغير عضوية ويشتمل على سائل شفاف عديم اللون قليل اللزوجه يعرف بالسيتوبلازم Cytoplasm كذلك يحتوي علي جسم كروي او اكثر يعرف

بالنواة Nucleus بالاضافة الي عدد من الاجسام البروتوبلازميه وهي الشبكه الاندوبلازمية Endoplasmic reticulum ـ الريبوزومات Ribosomes ـ الميتوكوندريا Mitochondria ـ اجسام جولجي Golgi bodies (شكل 3) .

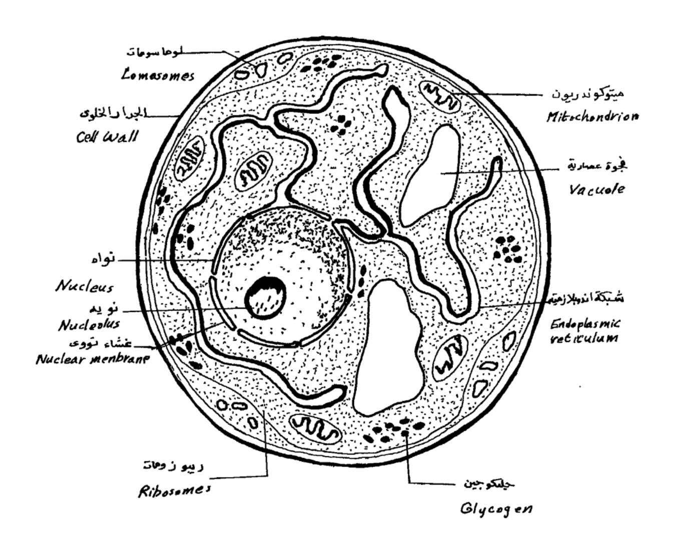
يكون السيتوبلازم الجزء الرئيسي من البروتوبلازم وهو سائل شفاف محبب يظهر تحت الميكروسكوب الضوئي كسائل عديم اللون به حبيبات دقيقة ويظهر السيتوبلازم تحت المجهر الالكتروني اكثر تعقيدا ويحتوي علي جهاز معقد من الجسيمات الدقيقة والاغشية ويطلق علي مجموعة الاغشية اسم الشبكه الاندوبلازمية ويعتقد انها مركز كثير من العمليات الحيويه التي تحدث بالخلية وخصوصا عمليات البناء والتحولات الغذائية وينتشر بالسيتوبلازم مجموعة من حبيبات دقيقة تعرف بالريبوسومات ملامسة لجدار الفجوه ، تلعب دورا هاما في عملية تخليق البروتين في الخلية وهنا تختلف عن النبات الراقي في موضعها حيث توجد به الريبوسومات علي سطح الشبكه الاندوبلازميه .

يفصل السيتوبلازم عن جدار الخلية غشاء رقيق يعرف باسم الغشاء البلازمي الخارجي Ectoplast وتعرف الطبقة الداخلية من السيتوبلازم والملاصقة للفجوة العصارية Cell vacuole بالغشاء البلازمي الداخلي Tonoplast وتحمل نفس صفات الغشاء البلازمي ويقل حجم السيتوبلازم في الخلايا المتقدمه العمر ويبدو كشريط رقيق يبطن جدار الخلية البالغة .

توجد بالسيتوبلازم مواد غذائية مخزنة في صورة دهون Lipids وحبيبات الجليكوجين Glycogen الامر الذي يكسبه مظهرا محببا .

تحتوي الخليه الفطرية علي نواه او اكثر ، ونواه الفطر صغيرة جدا (0.1 ـ 0.3 ميكرون) ، كرويه الشكل محاطه بغشاء مزدوج Nuclear membrane به ثقوب Pores وقد امكن تمييز نويات Nucleolus وكروموسومات Chromosomes بداخلها بل ومعرفه عدد الكروموسومات لبعض الفطريات .

يحتوي سيتوبلازم الخليه الفطرية علي عدد من الميتوكوندريا Mitochondria



شكل (3): الخلية الفطريه .
The fungal cell

وهي عبارة عن اجسام حيه دقيقة الحجم تختلف في الشكل والحجم باختلاف الانواع الفطرية ، تظهر بواسطه المجهر الالكتروني وباستعمال طرق صباغة خاصة محاطه بجدارين ، الخارجي منتظم والداخلي منثني داخل جسم الميتوكوندريون مكونا ثنيات Cristae ويوجد داخل الميتوكوندريون مجموعة الانزيمات اللازمه لعملية التنفس Respiration وانتاج الطاقة اللازمة للخلية .

تحتوي الخلايا الفطرية بين الجدار الخلوي والغشاء البلازمي الخارجي علي عدد من الاجسام البروتوبلازميه مختلفة الشكل والحجم تعرف باسم اللوموسومات Lomasomes يعتقد ان لها علاقة بعملية تكوين الجدار الخلوي .

توجد اجسام جولجي Golgi bodies بالسيتوبلازم الفطري وهي تشبه تلك الموجودة بالنبات الراقي ويطلق عليها الديكتيوسومات Dictyosomes وبالرغم من الاعتقاد السائد بان لها علاقة بعملية الافراز وتكوين الفجوات داخل الخلايا النباتية للنباتات الوعائية الا انه لم يستدل علي وظيفتها بالخلية الفطرية حتي الآن .

التركيب الكيميائي للخلية الفطرية

The chemical composition of fungal cell

التركيب الكيميائى للخلايا الفطرية الحية غاية فى التعقيد حيث يتطلب طرقا خاصه للفصل والتحليل والتعريف.

التركيب الكيميائي للجدار الخلوي

Cell wall

بدات محاوله دراسة التركيب الكيميائي للخلية الفطرية منذ سنه 1898م حيث اثبت فان وسلنج Van Wisseling ان جدر خلايا عديدة من الفطريات تحتوي علي احد السكريات العديدة وهو الكيوتين Chitin (شكل 4) وهو احد امينات السكريات العديدة ويوجد اساسا في اللافقاريات .

هذا وقد وجد ان التركيب الكيميائي لجدر الفطريات خليط مركب من مواد متكاثفة وان انواع هذه المواد المتكاثفة قد تختلف في انواع الفطر الواحد ، بل وفي نفس الفطر في مراحل مختلفة من حياته . كما اوضحت الدراسة باستخدام الميكروسكوب الالكتروني ان جدر الخلايا الفطرية معقدة للغاية وتشبه في شكلها الشبكه التي تتكون من خيوط دقيقة جدا Microfibrils تملا الفراغات البين شبكيه بحشوه Matrix من مواد متكاثفة .

يعتبر الكيوتين Chitin من اكثر المواد المكونة لجدر الخلايا شيوعا في غالبية الفطريات ، وهو عبارة عن سلسله لاعداد كبيره من الاستيل جلوكوز امين . وتختلف نسبه الكيوتين في الفطريات المختلفة حيث يشكل 5 ٪ من الوزن الجاف لجدر فطر شيزوفيلم *Schizophyllum* الي 60 ٪ من جدر فطر سكليروشيم *Sclerotium* وينعدم تماما وجود الكيوتين في جدر خلايا الفطريات البيضية Oomycetes والتزاوجية Zygomycetes حيث يحل محله الكيتوزان Chitosan في الفطريات التزاوجية وهو عبارة عن متكاثف ذي وحدات من جزئيات الجلوكوز امين والسليولوز Cellulose في الفطريات البيضية وهو عبارة من متكاثف لوحدات الجلوكوز (شكل 5 أ، ب).

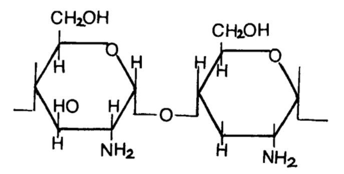
يعتبر متكاثف الفا ـ الجلوكان glucan عن اكثر السكريات المعقدة شيوعا في كل الفطريات الخيطية فيما عدا الفطريات التزاوجية وكذلك فطر عيش الغراب *Agaricus* اما بيتا ـ جلوكان فهو واسع الانتشار بجدار الفطريات البازيديه والزقية .

يعتبر ايضا الجالاكتوز امين Galactose amine احد مكونات الجدر الخلويه للفطريات الزقية . اما عديد اليورونيد Polyuronides فهو مركب متكاثف من الجلوكوز الحامضية المكون الاساسي بجدر فطر ميوكر *Mucor* .

بعد تحليل جدر عدد كبير من الخلايا الفطرية المختلفة تم تعريف اربعة انواع من السكريات موجودة ولكن بتركيزات ضئيلة للغاية ومنها سكر المانوز Mannose والجالاكتوز Galactose في جدر خلايا الفطريات الزقية ، والمانوز ،الفيوكوز Fucose

شكل (4) : جزء من جزئى الكيو تين

Chitin



شكل (5 أ) : جزء من جزئى الكيتوزان

Chitosan .

شكل (5 ب) : جزء من جزئى السليولوز.

Cellulose

والزيلوز Xylose بجدر خلايا الفطريات البازيديه والتزاوجيه .

وبالاضافة الي المتكاثفات السكريه المختلفة وجد ان الجدر الفطرية تحتوي عادة علي نسبه 10 ـ 15 ٪ من الوزن الجاف من البروتينات Proteins ونسبه 5 ـ 10 ٪ من الدهون Lipids ، يتكون بروتين جدر الخلايا الفطرية من 14 حمضا امينيا وقد ثبت وجود الحامض الاميني هيدروكس برولين Hydroxy - prolin في جدر الخلايا التي تحتوي علي سليولوز بينما لا يوجد في جدر الخلايا الفطريه التي تحتوي علي كيوتين .

تنتشر في جدر خلايا الفطريات انواع من الاصباغ المعقدة وهي الميلانين Melanins ويعتبر احد نواتج الايض الثانوي Secondary metabolite يكون الميلانين نسبه 20 ٪ من الوزن الجاف للجدار في الغزل الفطري المسن . ويترسب الميلانين علي السطح الخارجي لخيوط الغزل الفطري ويعمل علي حمايه الخلايا من الاشعة الكونيه والاشعاعات فوق البنفسجية .

التركيب الكيمياتي للسيتوبلازم

Cytoplasm

يتكون السيتوبلازم اساسا من الماء ، البروتينات ، الدهون ، المواد السكريه ، الاحماض النووية وذلك بالاضافة الي الاحماض العضوية وغير العضوية . بعض هذه المواد يوجد في حاله غروية بينما الاخر في صوره محاليل حقيقية وتوجد الدهون علي هيئة اشباه مستحلبات . تتاثر كميات هذه المركبات بصورة او باخري في الفطريات بنوع وتركيب الوسط المحيط بالفطر ونتناول فيما يلي مكونات السيتوبلازم وهي :

1 . الماء

Water

يعتبر الماء من اهم مكونات الخلية الفطرية ، حيث تتراوح نسبه المحتوي المائي الخلوي 85 ـ 90 ٪ من الوزن الطري للغزل الفطري بينما تقل هذه النسبه كثيرا في

الجراثيم الكونيديه في معظم انواع الفطريات حتي تصل الي قرابه 25 ٪ من الوزن الطري للجراثيم . يعتبر الماء وسط الانتشار للمركبات الغروية بالسيتوبلازم ، كذلك وسط كل التفاعلات الحيويه ومنها تفاعلات التحلل المائي الانزيميه Hydrolysis للبروتينات ، الكربوهيدرات الثنائية ،المعقدة والدهون .

2 . المكونات المعدنية للخلية

Mineral constituent of cell

يمكن الاستدلال علي العناصر المعدنية الخلوية وذلك بحرق الغزل الفطري حرقا تاما عند درجات حراره عاليه ، فان الرماد Ash المتبقي يختلف محتواه حسب نوع الفطر والوسط الغذائي النامي عليه . وتختلف نسبه الرماد من 2 ـ 14 ٪ من الوزن الجاف بينما ترتفع الي ثلاثة اضعاف هذه النسبه برماد الجراثيم الفطرية في عدد كبير من الفطريات .

يعتبر الفوسفور ,البوتاسيوم ، الصوديوم ,المغنسيوم ,الكالسيوم ,الحديد، السليكون والكلور من اهم العناصر المعدنية الشائعة برماد الغزل الفطري بينما توجد المولبيدتيم ،الكوبلت،البورون ،المنجنيز ،الزنك ،النحاس وغيرها بكميات قليلة جدا .

3 . المكونات النتروجينية

Nitrogen constituent

يختلف المحتوي النيتروجيني في الانواع المختلفة من الفطريات ، فهو حوالي 2.25 ٪ من الوزن الجاف للغزل الفطري في حاله فطر كوبرينس رديارينس*Coprinus radianrus* و 5.13 في حاله فطر تريكودرما ليقنوريم*Trichoderma lignor-um* ويتميز الغزل الفطري الحديث بزيادة محتواه النيتروجيني عن الغزل الفطري المسن .

يدخل النيروجين في تكوين البروتينات والانزيمات في الخلية كذلك الاغشية البلازمية بالاضافة الي الكيوتين المكون للجدار الخلوي ، الاحماض الامينية الحرة ، اليوريا الذي يكثر وجوده في الفطريات البازيدية والاحماض النووية في الخلية .

4 . المواد السكرية

Carbohydrates

تكون المواد السكرية والكحولات العليا مثل المانيتول Mannitol حوالي 12 ـ 18 ٪ من الوزن الجاف للخلية الفطرية . تدخل السكريات العديدة في تكوين الجدار الخلوي ، بالاضافة الي البروتينات والدهون . كما يخزن في مكونات الغزل الفطري العديد من السكريات . ويعتبر اكثر هذه السكريات شيوعا الجلوكوز Glucose والجالاكتوز Galactose بالاضافة الي الجليكوجين Glycogen الذي يكون قرابة 5 ٪ من الوزن الجاف للغزل الفطري والجراثيم . ويوجد سكر المانوز Mannose في فطر الخميرة Yeast بينما يندر وجوده في الفطريات الاخري .

5 . الدهون

Lipids

تتراوح النسبه الكلية للدهون في الغزل الفطري من 10 ـ 40 ٪ من الوزن الجاف وتختلف هذه النسبه حسب نوع الفطر وظروف التنمية . وتعتبر الفطريات ذات المحتوي الدهني اكثر من 20 ٪ من الوزن الجاف لغزلها الفطري عاليه المحتوي الدهني ومنها اجناس فيوزاريوم *Fusarium* ، اسبرجيلس *Aspergillus* ، بنسيليوم *Pencillium* ، ميوكر *Mucor* وتوريولا *Torula* .

وتوجد الدهون الفطرية في عدة صور مختلفة منها :

أ . الاحماض الدهنية Fatty acids

ب . الدهون المتعادله Nutral Fat

ج . الشموع Waxes

د . الفوسفوليبيدات Phospholipids

وتشكل الاحماض الدهنية نسبه اكثر من 88 ٪ من وزن الدهون الكلي في الغزل

الفطري . اما الفوسفوليبيدات ففي الغالب تكون اقل من 10 ٪ . تكون الفطريات مادة الستيرولات Sterols بنسبه لاتتجاوز 1 ٪ من الوزن الجاف وتتاثر هذه النسبه بنوع الوسط الغذائي الذي ينمو عليه الفطر .

التواجد والانتشار

Occurrence and distribution

تعتبر الفطريات من اكثر الكائنات الحيه انتشارا في الطبيعة ، فهي توجد في صوره جراثيم او اجزاء من خيوط فطرية في التربة وتعيش قلة منها في الماء . وتنتشر جراثيمها في الهواء فاذا ماوجدت وسطا مناسبا ودرجة حراره ملائمة للنمو نبتت لتكون غزلا فطريا . فتنمو الفطريات المترممة علي بقايا الكائنات الميتة كما تنمو الفطريات المتطفلة علي عائلها مسببه الامراض الفطرية المختلفة . كذلك توجد الفطريات مع كائنات اخري في معيشه تكافلية مثل الطحالب وتكون مايعرف باسم الاشن .

تنميةالفطريات

Fungal cultivation

تنمي المزارع الفطرية علي اوساط غذائية Culture media (مفرد : وسط Medium) تحتوي علي بعض العناصر المعينه لغرض النمو الخضري ، التكاثر وتكوين الابواغ (الجراثيم) وتجدر الاشارة الي انه ليس هناك وسط غذائي عام تستطيع جميع الفطريات النمو عليه وتكوين وحداتها التكاثريه والابواغ ، ومن الضروري ان يتوفر في مثل هذه الاوساط الغذائية مصدر كربوني واخر نيتروجيني بالاضافة الي الاملاح المعدنية والفيتامينات وعوامل النمو الاخري التي قد تحتاج لها الفطريات للحصول علي اقصي معدل للنمو والتي نستعرضها بايجاز :

1 . **مصدر كربوني**

Carbon source

من المعروف ان الجلوكوز يعتبر من اكثر المصادر الكربونيه استهلاكا من قبل معظم انواع الفطريات . كذلك السكروز ، المانيتول والعديد من المركبات الكربوهيدراتيه .

2 . مصدر نيتروجيني

Nitrogen source

تستهلك معظم انواع الفطريات النيتروجين في النترات والامونيا وكذلك البروتين المهضوم والاحماض الامينيه .

3 . الاملاح المعدنية

Mineral salts

يعتبر البوتاسيوم ،المغنسيوم ،الفسفور ،الكالسيوم ،الكبريت ،المنجنيز ،النحاس وغيرها جزء من تركيب الوسط الغذائي لما لها من اهمية في التركيب البنائي الخلوي ، كذلك تنشيط النمو والتجرثم والانزيمات المختلفة .

4 . الفيتامينات وعوامل النمو

Vitamines and growth factors

تضاف بعض الفيتامينات كالثيامين والبيوتين وفيتامين ب6 الي بعض انواع الاوساط الغذائية وكذا عوامل النمو ومنها الاحماض الامينيه والببتون ومستخلص الخميرة لتنشيط عمليات النمو والتجرثم .

5 . عوامل اخري

Another factors

من هذه العوامل درجة الحرارة المناسبة للنمو الفطري ، وكذا الرطوبه الكافيه والماء مع مراعاه ضبط الاس الهيدروجيني PH الحامضى الضعيف للوسط الغذائي .

انواع الاوساط الغذائية

Types of culture media

تتعدد الاوساط الغذائية وتتنوع . ولكن من اكثر الاوساط الغذائية شيوعا واستخداما في تنميه الفطريات مايلي :

1 . **اوساط غذائية طبيعيه**

Natural media

وهي اوساط ذات تركيب كيميائي غير معروف بدقة وعادة تتكون من مواد طبيعية وماء . ومنها علي سبيل المثال مستخلص الشعير المنقوع ، ومستخلص البطاطا ودقيق الذرة . وهي تستطيع ان تزود معظم الفطريات بالعناصر الضرورية اللازمه للنمو والتكاثر .

2 . **اوساط غذائية شبه تخليقيه**

Semisynthetic media

وهي اوساط تركيبها الكيمايئي معروف جزئيا ومن امثلتها الوسط الغذائي (Potato - Dextrose Agar) PDA

3 . **اوساط غذائية تخليقيه**

Synthetic media

وهي تلك الاوساط الغذائية ذات التركيب الكيميائي المعروف تماما ومن اكثرها شيوعا الوسط الغذائي شبكس Czapek's medium وتعتبر الاملاح غير العضوية وبعض الجزيئات العضوية البسيطه هي المكون الرئيسي لهذه الاوساط .

كما توجد اوساط غذائية معينه تستخدم اساسا لعزل مجموعه معينه من الفطريات او نوع معين من الفطريات ويطلق عليها اوساط انتقائية Selective media كذا الاوساط التي تستخدم للتفرقه بين الانواع الفطريه لنفس الجنس كما في الخمائر Yeasts ويطلق عليها الاوساط التفريقيه Differential media . اما الاوساط التي تستخدم في دراسة الصفات الفسيولوجيه للكائنات الدقيقة الموجودة في الطبيعه فيطلق عليها اوساط

مخصبه Enrichment media .

وتنمي الفطريات عادة علي هذه الاوساط الغذائية . وقد تضاف مادة الاجارAgar - agar لجعل الوسط صلباً Solid medium ولكن معظم الدراسات الفسيولوجية والحيويه تحتاج الي مزارع ناميه في وسط غذائي سائل Liquid medium والمزارع السائله اما ان تكون سطحيه Surface or Still او مزارع مغمورة Submerged .

1 . المزارع السطحيه

Surface cultivation

وفيها ينمي الفطر علي سطح الوسط الغذائي السائل ، وهناك اكثر من اعتراض علي استخدام المزارع السطحيه في تنميه الفطريات منها :

أ . يشاهد في هذا النوع من النمو نوعان من الخلايا التي تكون الغزل الفطري وهذان النوعان مختلفان تماما ، احدهما هوائي aerial والاخر مغمور Submerged

ب . يتعرض نوعا الخلايا الي ظروف بيئيه مختلفة مما لا يجعل هناك تجانسا في فسيولوجيتها .

2 . المزارع المغمورة

Submerged cultivation

من اكثر المزارع شيوعا في الابحاث المعمليه واكثرها فائده في تنمية الفطريات ، واكثر الاجهزة استخداما في المزارع المغمورة هو جهاز الهزاز Shaker ، حيث توضع الدوارق المحتويه علي الفطر والوسط الغذائي علي مسطح يدور بسرعه واجهزه الاهتزاز اما دائريه الحركه Rotatory shaker او تكون افقيه الحركه-Reciprocating shaker ومن المعتاد ان يكون معدل النمو للكائن النامي علي جهاز الهزاز ضعف معدل النمو لنفس الكائن النامي نموا سطحيا . واهم ميزه للنمو المغمور ان الغزل الفطري الناتج يكون

متجانسا مما يفيد في الدراسات الفسيولوجية والحيويه المختلفه . وعلي الرغم من ان كميه الهواء الذائب ومعدل انتشار الاكسجين في المزارع المهتزة تكون اعلي بكثير عن مثيلها بالمزارع السطحيه الا انه في بعض الاغراض الخاصه تحتاج المزارع الي كمية اكبر من الاكسيجين وتلك تكون الحاجة اليها ملحة حين يكون هناك تركيز كبير من المصدر الكربوني القابل للاستهلاك . ومعدل التهوية الكبير يمكن توفيره باستخدام اجهزة معينه يطلق عليها مخمرات Fermentors وفيها يمكن للوسط الغذائي المعقم ان يهتز وفي ذات الوقت تزود بتهويه خارجية .

وفي الصناعة وحين تستهلك المواد الغذائية تماما من الوسط الغذائي وكذلك تتراكم نواتج التفاعلات الايضية Metabolism فان هذين العاملين يعوقان النمو ، لذلك تطبق في الصناعة مايعرف بالمزارع المستمرة Continues cultivation وهذه تكون اما باضافه دوريه لمحلول مغذي معقم جديد الي المزرعه او بازاله الوسط الغذائي المستهلك علي فترات منتظمه بواسطه الطرد المركزي ثم اعادة الغزل الفطري مره اخري الي وسط غذائي جديد معقم .

يمكن الحصول علي وسط غذائي صلب Solid medium باضافة مادة الاجار - اجار الي الوسط الغذائي والاجار عبارة عن مادة سكريه معقده وتستخرج من بعض انواع الطحالب البحرية وتكون محلولا غرويا عند درجات حراره مرتفعه وتتماسك كالجيلاتين عند درجه حراره 40° م ويعطي الاجار عند تحلله في الوسط الحامضى سكر الجالاكتوز . كما تستخدم بعض المواد الاخري لجعل الوسط الغذائي صلبا . وهي تلك التي يلجا اليها في بعض الاغراض الخاصه مثل نشاره الخشب Sawdust ، الردة Bran ، القطن Cotton وحبيبات التربه الارضيه Soil كما تستخدم كذلك شرائح من مواد نباتيه مثل الجزر والبطاطا للمساعده علي تجرثم الفطريات وغيرها من الدراسات الفسيولوجية .

عند تنميه الفطريات يستخدم اللقاح Inoculum في بدء زراعة الفطر وهو كالعادة كميه من الجراثيم الفطريه او الغزل الفطري وهناك عده اعتبارات Aspects

فسيولوجيه في عمليه التلقيح منها :

1 . يكون النمو اسرع حين يكون اللقاح كثيفا عنه حين يكون اللقاح قليلا .

2 . يجب تجنب استعمال الجراثيم المسنه ذات الحيويه القليلة .

3 . يجب مراعاة ظروف نمو اللقاح وخاصه درجه الحراره ونوع الوسط الغذائي .

4 . اذا كان الوسط الغذائي الذي سينمو عليه الفطر غير مناسب فانه يجب استعمال لقاحات ذات حجم كبير .

5 . يمكن استخدام الغزل الفطري المفكك كلقاح وهي الطريقة الوحيدة للفطريات غير المتجرثمه .

حفظ الفطريات

Preservation of fungi

يلجا الي حفظ الفطريات في محاوله لتجنب تكرار نقل وتنميه الفطريات الاصلية علي مزارع حديثه مما يعرضها للتغيرات الوراثيه والتلوث وهناك عده طرق لحفظ الفطريات وربما تكون الطريقة التي تناسب فطر قد لاتناسب الاخر ، ومن بعض هذه الطرق :

1 . طريقة انابيب التربه

Soil tube method

في هذه الطريقه ينقل الفطر الي تربه معقمه مبلله ويفضل جعل الاس الهيدروجيني PH في حدود 6 ـ 7 وذلك بالاستعانه بكربونات الكالسيوم ، فينمو الفطر ويتجرثم . وهذه الطريقة تستخدم في حدود ضيقه في حالات الفطريات التي لها المقدرة علي التجرثم . ويمكن لهذه الجراثيم ان تحتفظ بحيويتها مده خمس سنوات علي الاقل في انابيب التربه .

2 . طريقة الزيت المعدني المعقم

Sterile mineral oil method

وهي طريقة بسيطة نسبيا ومن مميزاتها انه من الممكن استخدامها لحفظ الفطريات غير المتجرثمة ، وفيها ينمي الفطر علي مزرعه مائله Slant لفترة محدودة ثم يغطي النمو بزيت البارفين المعقم وتحفظ . هذا ومعظم الفطريات يمكنها الاحتفاظ بحيويتها لفترة اكثر من عامين باستخدام هذه الطريقه .

3 . تجفيف الجراثيم

Spore - drying

وتتم هذه الطريقة بانتشار الجراثيم الفطرية في بعض المواد الغروية مثل بلازما الدم او الجيلاتين وغيرها من المواد الغروية ثم يسحب الماء من المحلول الغروي بواسطه اجهزة تفريغ خاصه حتي تمام الجفاف .

4 . التجفيف بالتفريغ بدون تجميد

Simple vaccum drying without freezing

وهي تشبه الطريقة السابقة الا ان الفطر ينمي علي وسط غذائي سائل وحين يتم التجرثم يسحب الماء من الوسط الغذائي باجهزة التفريغ دون الحاجه الي تجميد .

والطريقتان الاخيرتان مناسبتان في حاله الفطريات المتجرثمه ويستعملان بكثره لسهولتهما ولتوافر الاجهزة الخاصه بهما .

نمو الفطريات

Growth of fungi

يمكن اعتبار النمو في الفطريات بانه الزياده التي تحدث في كل من عدد وكتله

الخلايا الحيه . قد تنقسم الخليه الفطريه وتكون خليه جديدة ولكن لا يصحب ذلك زياده في الوزن كما يحدث لجرثومه الفطر حين تنبت في ماء مقطر وتعطي انبوبه انبات ولكن في عدم وجود وسط غذائي سرعان ماتتوقف العمليه . وفي حالات اخري وتحت ظروف خاصه قد تزيد من مادتها المدخرة وبذلك يزداد الوزن فقط دون الزيادة في عدد الخلايا . وفي كلتا الحالتين السابقتين لاتعتبر تلك الزيادة في العدد او في الوزن منفردين نموا بالمعني الصحيح .

عمليه النمو للفطريات الخيطية Filamentous fungi تكون معقدة عن نمو الفطريات وحيده الخلية Unicellular fungi مثل الخميرة وذلك بسبب الاختلافات التركيبيه في اجناس الفطريات التي تعطي خيوطا فطريه هوائيه مثل حوامل الحوافظ الجرثوميه Sporangiophores والحوامل الكونيديه Conidiophores فان تلك الاجزاء يكون اتصالها بالوسط الغذائي عن طريق الغزل الفطري الخضري الملامس لسطح الوسط الغذائي كبيرا ، نتيجة لذلك يحدث انتقال للمواد الغذائيه عبر مسافات كبيره نسبيا و يعتبر تكوين التراكيب الثمرية Fruiting structures وتكوين الجراثيم نموا حقيقيا حيث يحدث فيها تكوين خلايا جديدة وتكوين التراكيب الثمرية يحدث في معظم اجناس الفطريات علي حساب المواد المدخرة والبروتوبلازم المتكون والمختزن في خلايا الغزل الفطري الخضري .

طرق قياس النمو الفطري

Fungal growth determination

توجد طرق مختلفة لقياس النمو الفطري . وبعض هذه الطرق تستخدم لكائنات معينه ولا يمكن تطبيقها علي كائنات اخري ويمكن القول بانه لا توجد طريقة معينه يمكن تطبيقها علي كل الفطريات .

1 . طريقة الوزن الجاف للغزل الفطري

Dry weight of the mycelium

وهى من اكثر الطرق استخداما بل افضلها لقياس النمو الفطر ى وتختلف خطوات هذه الطريقة تبعا لنوع الوسط الغذائي ونوع الكائن . وعلي العموم تعتمد علي ازاله الغزل الفطري المتماسك من الوسط الغذائي السائل ويغسل ويجفف في وعاء نظيف معلوم وزنه . يمكن استخدام ورق الترشيح الجاف معلوم الوزن ، او اقماع الفصل ذات الزجاج المسامي Sintered glass funnel . ويجدر الاشارة هنا الي نمو بعض الفطريات يكون جيلاتيني وبالتالي يصعب ترشيحه ويستعان علي فصله بواسطه عمليه الطرد المركزي Centrifugation ، بعد عملية فصل الغزل الفطري يجفف عند درجة 90 ـ 95° م عدة ساعات حتي يثبت وزنه . ورغم شيوع هذه الطريقة الا ان هناك اعتراضا علي استخدامها فقد تعكس الطريقه تراكما للمواد السكريه او غيرها من المواد المدخره اكثر من ان تعكس تخليق بروتوبلازم جديد .

اما في حاله المستعمرات الفطريه الناميه علي وسط غذائي متماسك صلب مزود بمادة الاجار فيقاس النمو بانتزاع النمو السطحي للغزل الفطري من علي سطح الاجار ، كذلك يمكن التخلص من الاجار الملتصق بالغزل الفطري بواسطه ماء ساخن . ولكن ذلك قد يقلل من الوزن الجاف للغزل الفطري حيث يذيب الماء الساخن بعض السكريات والمواد الذائبة الاخري الخلوية .

2 . طريقة القياسات الضوئية

Photometric method

وهي تناسب الفطريات وحيدة الخليه او ذات الخيوط الفطريه القصيرة . في تلك الطريقة يستعان بجهاز ضوئى له مقياس وعن طريقة يمكن قياس شده شعاع الضوء المار في الوسط الغذائي وكلما زاد نمو الفطر تحجب كميه اكبر من الضوء المار خلال معلق الخلايا وترسم علاقه بين الوزن الجاف الموجود في حجم معين من معلق الخلايا وشده

الاضاءه بعد مروره في المحاليل المختلفة التركيز (شكل 6) .

3 . طريقة حساب النيتروجين الخلوي

Cellular nitrogen

وهي طريقة غير شائعة الاستخدام في حاله الفطريات . ورغم ان النيتروجين المشترك بالتركيب البنائي لكيوتين الجدار الخلوي في الفطريات يتداخل في هذه الطريقة من القياس الا انها احسن طريقة تعبر عن النمو اخذه في الاعتبار تخليق البروتوبلازم .

4 . النمو الطولي

Linear growth

وهي احدي الطرق لقياس النمو الفطري علي اطباق بتري وفيها يقاس قطر او محيط او مساحه المستعمرة الفطرية . وفي هذه الطريقة يعبر عن معدل النمو Rate of growth بالزيادة اليوميه الحادثه . ويجب ملاحظه ان تلك الطريقة تهمل سمك المستعمرة الفطرية ، وبالتالي ولقياس النمو السطحي بسهولة ودقة اخترع مايعرف باسم انبوبه النمو Growth tube حيث تمتاز عن طريقة اطباق بتري التي لاتهمل سمك المزرعة الفطرية بالاضافة الي ان المزرعه غير معرضه للتلوث .

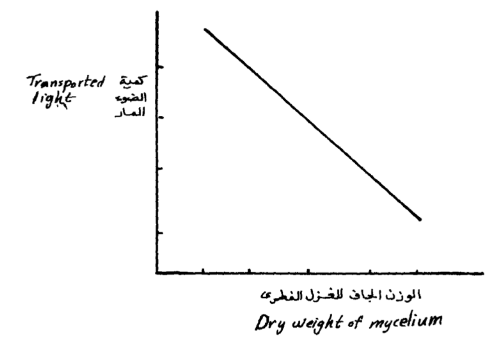
اطوار النمو الفطري

Phases of growth

النمو في الفطريات كما في غيرها من الكائنات له نظام محدد يتغير معدل النمو ليس فقط بين الانواع المختلفة في الفطريات ولكن كذلك بين السلالات المختلفة لنفس النوع ويعتمد النمو كذلك علي الظروف البيئية والغذائية .

اطوار النمو في الفطريات وحيدة الخليه

Unicellular fungi



شكل (6) : العلاقة بين النمو والقياسات الضوئية
Growth and photometric relation

في الفطريات وحيدة الخلية مثل فطر الخميرة Yeast يكون نموها كحالة نمو البكتريا تماما فنجد ان مراحل النمو في الخميرة تطابق تماما مراحل النمو في البكتريا ومراحل النمو في الخميرة كما هو موضح بالشكل التوضيحي (شكل 7) يمكن تقسيمها الي عده مراحل :

1 . **طور السكون**

Stationary phase (Lag phase)

عند تلقيح وسط غذائي بخلايا الفطر فانه يلي عمليه التلقيح فتره من الوقت لا يظهر فيها تغير في عدد الخلايا ولكن الخلايا تكبر في الحجم وتعتبر هذه الفترة فترة تاقلم Adaptation ومرحلة السكون او التاقلم قد تطول او تقصر ويعتمد ذلك علي عده عوامل منها عمر وحجم اللقاح ونوع الوسط الغذائي . وكذا درجة الحراره وغيرها من العوامل الاخري .

2 . **طور ازدياد النمو**

Phase of accelerated growth

وفيه يحدث انقسام في الخلايا ويتكون بروتوبلازم جديد من المكونات الغذائية الموجودة في الوسط الغذائي وتتميز هذه المرحلة بزيادة في معدل انقسام الخلايا بمعني اخر ان الوقت اللازم لتخليق خلايا جديدة يقل باستمرار .

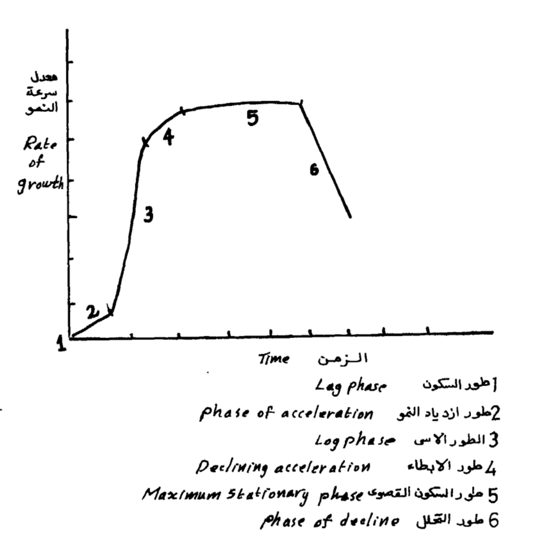
3 . **طور الاسيه او اللوغاريثميه**

Exponential or logarithmic phase (Log phase)

وتتميز هذه المرحلة بان الوقت اللازم لانقسام الخلايا ثابت وبالتالي فانه عند رسم العلاقة البيانيه بين لوغاريتم عدد الخلايا والزمن ينتج خط مستقيم .

4 . **طور الابطاء**

Phase of declining acceleration



شكل (7) : اطوار نمو الفطريات وحيدة الخليه.

Phase of growth of unicellular fungi

كلما استهلكت المواد الغذائية وازداد تراكم نواتج الايض الثانوية السامه وغيرها وهي عادة الاحماض العضوية في الوسط الغذائي ذي المحتوي السكري العالي وكذلك النشادر في الوسط الغذائي ذي المحتوي النيتروجيني العالي في هذه المرحلة يزداد مره ثانيه وقت الانقسام . كل هذه العوامل وغيرها يكون نتيجتها ابطاء معدل النمو . اذا اضيف وسط غذائي جديد معقم باستمرار او اذا ازيلت نواتج الايض الثانوية السامه ففي الامكان عدم ظهور هذه المرحلة .

5 . **طور السكون القصوي**

Maximum stationary phase

وهذه المرحلة تحدد اقصي وزن وعدد للخلايا الحيه ففي هذه المرحلة يموت من الخلايا المسنه عدد يكون مساويا لعدد الخلايا الجديدة وبقاء هذه المرحلة ومدتها يعتمد علي نوع الكائن وعلي مكونات الوسط الغذائي في هذه المرحلة .

6 . **طور التحلل الذاتي او الموت**

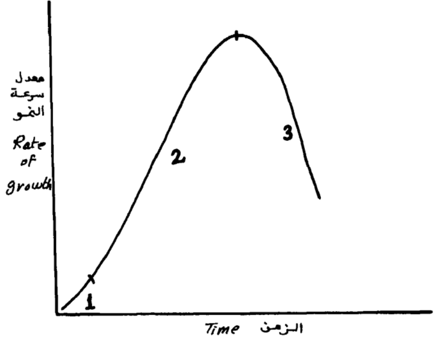
Phase of decline (death) or autolysis

يلي مرحله السكون القصوي السابقة مرحلة التحلل الذاتي . فحين يبدا موت الخلايا تبدا الانزيمات الخلويه في هضم كل المكونات الخلوية وعند فحص الخلايا ميكروسكوبيا في هذه المرحلة يتضح ان عددا كبيرا من الخلايا خالي تماما من البروتوبلازم .

اطوار نمو الفطريات الخيطية

Filamentous fungi

مراحل النمو في الفطريات الخيطية النامية علي مرق غذائي مهتز liquid shaker culture او النمو الطولي Surface culture تتميز بثلاث مراحل رئيسية كما هو موضح بالشكل التوضيحي (شكل 8) .



Phase of no apparent growth طور عدم النمو الظاهري
phase of rapid growth طور النمو السريع
phase of autolysis طور التحلل

شكل (8) : اطوار نمو الفطريات الخيطيه .
Phase of growth of filamentous fungi

1 . طور عدم النمو الظاهري

Phase of no apparent growth

تمر هذه المرحلة بمرحلتين متتاليتين وهما :

أ . طور السكون Lag phase وهي المرحلة التي تسبق انبات الجراثيم .

ب . طور حدوث نمو ولكنه غير محسوس ولا يمكن قياسه بالطرق المعتادة .

2 . طور النمو السريع

Phase of rapid growth

في هذه المرحلة يكون منحني النمو تقريبا خطا مستقيما وذلك اذا توافرت كل الظروف البيئية ،الغذائية والاوكسيجين بكميات وافرة . في حالة الفطريات الخيطية لا يحدث لها تضاعف في عدد الخلايا . لذلك لا يعبر عن النمو بالعدد الكلي للخلايا الموجودة كما هو الحال في الكائنات وحيدة الخلية مثل الخميرة والبكتريا انما يعبر عن النمو بعدد قمم الخيوط الفطرية الهوائية Hyphal tips والمعدل الذي تصل به المواد الغذائية الي هذه القمم . خلال هذه المرحلة يحدث استهلاك كبير للمواد الغذائية الكربوهيدراتية ، النيتروجينية والمركبات الفوسفورية والتي تبدأ في النقصان خلال هذه المرحلة من الوسط الغذائي ، كذلك يكون التنفس في أقصي معدل له خلال هذه المرحلة .

3. طور التحلل

Phase of no net growth or autolysis

تتميز هذه المرحلة باستهلاك جزء كبير من المواد الغذائية وتناقص في وزن الغزل الفطري ، كذلك ظهور النيتروجين والفوسفات في الوسط الغذائي ويرجع ذلك الي التحلل الذاتي لخلايا الغزل الفطري والتي فيها يتم هدم الكيوتين والمواد الكربوهيدراتية والبروتينات ويتم الهدم بانزيمات الفطر نفسها ، كما تبدأ نواتج أخري للتحلل في الزيادة بالوسط الغذائي ومنها النشادر ، الأحماض الأمينية ، المركبات الفوسفورية العضوية

وكذلك مركبات الكبريت .

العوامل التي تؤثر علي النمو الفطري

Factors affecting fungal growth

يتأثر النمو الفطري بعدد من العوامل البيئية كدرجة الحرارة ، الضوء ، تأثير الأس الهيدروجيني ، الضغط ، الاوكسيجين ، ثاني اكسيد الكربون ، تركيز الوسط الغذائي وشكل وطراز اناء التنمية والمحتوي المائي فضلاً عن بعض العوامل الداخلية و التي نتناولها فيما يلي

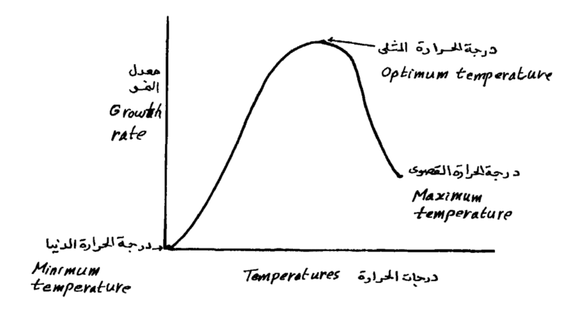
العوامل المناخية

Enviromental factors

1 ـ درجة الحرارة

Effect of temperature

تؤثر درجة الحرارة علي كل العمليات الحيوية في الخلية الفطرية من نمو وتكاثر وتكوين الجراثيم ولكل فطر درجة حرارة لا ينمو في الدرجات الأقل منها (درجة الحرارة الدنيا Minimum temperature) كذلك توجد درجة حرارة لا يمكن للفطر أن ينمو في درجة حرارة أعلي منها (درجة الحرارة القصوي Maximum temperature) وتحدد هاتان الدرجتان مجال درجات الحرارة الملائمة لنمو كل كائن كذلك يحدث أقصي نشاط للفطر عند درجة حرارة معينة يطلق عليها درجة الحرارة المثلي Optimum temperature حيث يحدث عندها أقصي معدل للنمو (شكل 9) وتختلف هذه الدرجة تبعاً لاختلاف عوامل أخرى مثل نوع الوسط الغذائي وتركيز ايونات الهيدروجين وغيرها من العوامل ، لذلك لا توجد درجة حرارة قصوى واحدة بل تتغير بتأثير



شكل (9) : مجال درجات الحرارة والنمو

Growth and range of growth temperatures

العوامل الأخرى .في العمليات الحيوية المختلفة مثل انتاج المضادات الحيوية أو انتاج الفيتامينات ليس من الضروري أن يكون أحسن انتاج لهذه المواد عند درجة الحرارة الملائمة للنمو الخضري . لذلك من الأفضل تنمية الفطر عند درجة الحرارة الملائمة للنمو الخضري ثم تغير بعد مدة معينة الي درجة الحرارة المثلي لانتاج المركب المرغوب . ولقد وجد أن فطر بنسيليوم كريزوجينيم *Penicillium chrysogenum* ينتج البنسلين بكميات أكثر اذا بدأ النمو عند درجة حرارة 30° م (المثلي للنمو) ثم تغير درجة الحرارة بعد 48 ساعة الي درجة 20° م (المثلي لانتاج البنسلين) .

معظم الأنواع الفطرية محبة للحرارة المتوسطة Mesophilic حيث تنمو عند درجات حرارة تتراوح ما بين 10°م – 40°م ويكون أقصي معدل لنموها ما بين درجات حرارة تتراوح بين 25°م – 30°م . يوجد عدد قليل من الفطريات تنمو عند درجات حرارة منخفضة وتسمي فطريات محبة للبرودة Psychrophilic fungi ومنها فطر فيوزاريوم نيفال *Fusarium nivale* وفطر فاسيديم انفستانس *Phacidium in- festans* الذي يصيب أشجار الصنوبر حيث يستطيع أن ينمو عند درجة حرارة -3°م وبالرغم من أن درجة حرارتها المثلي 15°م ، وبعض سلالات فطر كلادوسبوريوم هيربارام *Cladosporum herbarum* وكذلك فطر ثياميديم ايلاجنس *Thamindium elegans* يمكنه النمو علي اللحوم في درجة ثلاجات التخزين الباردة (6° م) . أما الفطريات التي تتحمل درجات حرارة عالية وتسمي الفطريات المحبة للحرارة العالية Thermophilic fungi فلها القدرة علي النمو عند درجة حرارة 50° م ولا يمكنها النمو عند درجة حرارة أقل من 30°م وتستطيع بعض هذه الفطريات النمو عند درجة حرارة أعلي من 55 ° م وتسمي فطريات متحملة لدرجات الجرارة العالية Thermotolerant fungi ومن أمثلة الفطريات المتحملة لدرجات الحرارة العالية فطر ثيرمواسكس اورانتياكس *Thermascus aurantiacus* ، ثيرموميسيس لانيوجيونس *Thermomyces lanuginous* ، اسبرجيلس فيوميجاتس *Aspergillus fumigatus* و كيتوميم ثيرموفيل *Chaetomium*

. *thermophile*

توجد حتي الآن معلومات قليلة عن فسيولوجيا الفطريات سواء المحبة للحرارة أو المحبة للبرودة ، فبالنسبة للفطريات المحبة للحرارة كيف يمكن لهذه الفطريات النمو عند درجات حرارة مرتفعة ؟ ، كذلك لماذا لا تستطيع النمو عند درجات حرارة عادية (أقل من 30° م) ؟ وللاجابة علي ذلك فان تحملها لدرجات حرارة مرتفعة انما يدور حول طبيعة الرابطة الهيدروجينية الموجودة في البروتين والتي لا تتكسر بسهولة بالحرارة ، والواضح أن انزيمات وبروتينات الفطريات المحبة للحرارة تكون مقاومة للحرارة عن تلك الخاصه بالفطريات الوسطيه Mesopilic وقد عزي ثبات تلك البروتينات الي نوع مختلف من الروابط والتي تظل ثابته حتي لو كسرت الروابط الهيدروجينيه . وقد توجد اسباب اخري لتاقلم هذه الفطريات مع درجات الحرارجة المرتفعة مثل الاحلال السريع او التعويض للدقائق او الجزئيات الحساسة للحراره او قد يعزي ذلك الي غشاء دهني خاص يساعد علي حمايه انتظام النفاذيه عند درجات حراره مرتفعة .

اما لماذا لاتستطيع هذه الفطريات النمو عند درجات حراره عادية (30° م) فحتي الان لا توجد اجابة مقنعة علي هذا السؤال .

وبالنسبة للفطريات المحبه للبرودة Psychrophilic كيف يمكنها النمو عند درجات حراره منخفضة ؟ ، فقد يعزي هذا الي وجود غشاء دهني خاص . ويجب ايضا ان تحتفظ بسيوله السيتوبلازم عند هذه الدرجات المنخفضة ويظن انها تتغلب علي هذه المشكلة بزيادة تركيز الاملاح والمواد الذائبة او بتكوين مواد مانعة للتجمد Antifreeze

2 . الضوء

Effect of light

يوثر الضوء علي التركيب الخضري وتكوين الحوامل الجرثومية وكذلك التفاعلات التخليقية واتجاه الفطريات

أ . التركيب الخضري

Vegetative structure

وجد ان الوزن الجاف لفطر بلاستوكلاديلا ايميرسوناي*Blastocladilla emorsoni* النامي علي وسط غذائي معرض للضو قوته 60 ـ 80 شمعه علي القدم المربع يكون اكبر من الوزن الجاف لنفس الفطر النامي في الظلام بنسبه حوالي 140 ٪ وينشط النمو ايضا في ضوء الشمس وتعتمد كميه التنشيط علي الضوء الازرق فقط . ولكن طبيعة مستقبل الفوتونات الضوئية غير معروفه حتي الان ، وكما ان الضوء له تاثير تنشيطي علي بعض الفطريات فله ايضا تاثير مثبط علي نمو الخيوط الفطرية في البعض الاخر ، كما في حاله الفطريات البازيدية Basidiomycetes ففي حاله الجراثيم اليوريديه Uredospores لفطر باكسينيا *Puccinia* يلاحظ تثبيط وقله نموها في خلال مده تتراوح مابين اربع الي عشر دقائق من بدء الاضاءة .

ب . تكوين الحوامل الجرثومية

Sporangiophore formation

يلاحظ اثر سلبي للضوء Negative growth response علي نمو وتكوين الحوامل الجرثومية لفطر ثياميديم ايلاجنس *Thamnidium elegans* بينما ينشط الضوء تكوين الحوامل الجرثومية في الفطريات الطحلبية Phycomycetes هذا وقد وجد ان الضوء الازرق وفوق البنفسجي مسئولان عن هذا التنشيط .

ج . التفاعلات التخليقية

Synthetic reaction

للضوء تاثيرات عديدة علي تكوين المركبات المختلفة للخلية الفطرية ، فنجد ان الضوء ينشط تخليق الاحماض النووية في فطر بلاستوكلاديلا ايميرسوناي *Blastocladilla emorsoni* وايضا كل الموجات الضوئية لها تاثير

واضح علي تخليق الجدار الخلوي . كذلك يوثر الضوء علي تخليق الاصباغ في الفطريات فلقد وجد ان الضوء الضعيف يثبط تكوين الاصباغ في فطر نيوروسبورا كرازا *Neurospora crassa* وبزيادة شدة الاضاءة يتحول لون الغزل الفطري في هذا الكائن من الابيض الي البرتقالي الي الاحمر القرمزي ، ووجد ان الكاروتينات ينشط تكوينها بزيادة شدة الاضاءة وعكس ذلك يشاهد تماما في الفطريات البازيدية .

د . تاثير الضوء علي حركة واتجاه الفطريات

Oriented responses for light

يوثر الضوء علي كل من حركة الفطر تجاه الضوء Phototaxis كذلك نشاط النمو جهة الضوء او بعيدا عنه Phototropism او الانتحاء الضوئي

Phototaxis . 1

وهو مايعبر عنه بحركة الفطريات جهة الضوء الساقط من جانب واحد وهذه الحركة ممكنه في حالة الجراثيم السابحه المتحركة Motile zoospores للفطريات الطحلبية المائية Aquatic phycomycetes

Phototropism . II

الانتحاء الضوئي وهو نشاط النمو جهة او بعيدا عن مصدر ضوئي من جانب واحد وهذه احدي الصفات الشائعة في عديد من الفطريات الخيطية . بعض الفطريات مثل الجراثيم اليوريديه لفطر باكسينيا *Puccinia* لها انتحاء ضوئي سالب كذلك انبوبة انبات فطر بوتريتس سنيريا *Botrytis cineria* سالبه الانتحاء الضوئي ، اما الحوامل الجرثومية للفصيلة الميوكريه Mucroaceae تكون موجبه الانتحاء الضوئي وقد وجد ان الوان الطيف الزرقاء والبنفسجية هي التي تحدث هذا الانتحاء الضوئي السالب او الموجب .

3 . تاثير الاس الهيدروجيني PH

تطلق كلمه مجال الاس الهيدروجيني علي المنطقة التي يحدها اقل او اعلي رقم هيدروجيني يستطيع الفطر ان ينمو خلاله . وتختلف مجالات الاس الهيدروجيني للانواع المختلفة للفطريات وقد يتغير الاس الهيدروجيني للوسط الغذائي الذي ينمو فيه الفطر واي عامل من العوامل البيئية قد يغير من شكل منحني نمو الاس الهيدروجيني وهذه العوامل تشمل التغير في محتويات الوسط الغذائي كذلك مدي تركيز الكالسيوم والمغنسيوم وكذلك تغير المصدر النيتروجيني . توجد اربع عمليات حيويه تعمل علي تغيير الاس الهيدروجيني للوسط الغذائي هي :

أ . استهلاك الكاتيونات

ب . استهلاك الانيونات

ج . تكوين الاحماض من المواد الكربوهيدراتيه

د . تكوين القواعد وخاصة الامونيا من الاحماض الامينيه والبروتينات .

وعلي عكس البكتريا والاكتينوميسيتس Actinomycetes فالفطريات اكثر قدره علي تحمل الظروف البيئية الحامضية وكمثال فان الفطريات البازيدية لا يمكنها النمو علي وسط غذائي أسه الهيدروجيني أعلي من 7 . ورغم ذلك فهناك بعض الشواذ لفطريات تنمو علي اوساط غذائية مختلفة الأس الهيدروجيني . كما توجد هناك بعض الفطريات البازيدية المتشحمة تحتاج الي ظروف قلوية حتي يمكنها النمو ويطلق علي هذه الكائنات المحبة للقلوية Alkaliphilic . هذا وقد ثبت ان معظم الفطريات المتطفلة علي النباتات الراقية تنمو بكفاءة في وسط غذائي أسه الهيدروجيني يتراوح بين 0 .5- 6.5 .

وبالنسبة للفطريات التي لها القدرة علي النمو في اوساط شديدة الحامضية توجد كثير من الخمائر Yeasts وخاصة تلك التي تستخدم في الصناعات الميكروبيولوجية تستطيع النمو عند اس هيدروجيني 2.0 واحسن الامثلة للفطريات المحبة للحموضة الشديدة هو فطر اكونتيم فيلاتم *Acontium velatum* وينتمي الي الفطريات

الناقصة Deuteromycetes حيث ينمو بكفاءة عالية عند اس هيدروجيني 0.2 وبالتاكيد فان محتويات خلية هذا الفطر لا تكون ابدا في حدود الرقم الهيدروجيني الذي يعيش عليه الفطر (0.2) لانه لو حدث ذلك فان جزيئات ATP والاحماض النووية وعديد من المحتويات الخلوية سيحدث لها تحلل مائي Hydrolysis.

في معظم الدراسات الفسيولوجية من الضروري التحكم في الاس الهيدروجيني للوسط الغذائي النامي عليه الفطر باضافة دورية لمحاليل منظمة تعمل علي جعل الاس الهيدروجيني ثابتا وتستعمل عدة انواع من المحاليل المنظمة مثل الاحماض الضعيفة والقواعد الضعيفة مع املاحها الذائبة . كذلك المواد المترددة مثل الاحماض الامينية والبروتينات .

تركيز ايونات الهيدروجين PH يمكنها ان تؤثر علي الشكل الظاهري للفطر فكلما زاد الاس الهيدروجيني للوسط الغذائي عن 6.0 كلما تقصر الهيفات الفطرية كما في فطر بنسيليوم كريزوجينم *Penicillium chrysogenum* وعند اس هيدروجيني يتراوح بين 6.0 – 7.0 تتكون اقراص من الغزل الفطري ولا تتكون خيوط فطرية . كما تؤثر تغيرات الاس الهيدروجيني علي فعل الانزيمات ونشاط الكائن يعزي الي العلاقة والتداخل بين ايونات الهيدروجين والانزيمات علي الغشاء البلازمي .

4. تاثير الضغط

Effect of pressure

معظم الفطريات تنمو وتتكاثر في بيئات الضغط الجوي العادي . ولكن هناك عديد من الفطريات تستطيع النمو في ظروف بيئية ضغطها اعلي بكثير من الضغط الجوي .

تستطيع الخميرة ان تحيا لعدة ايام تحت ضغط جوي يعادل 3.0 – 4.0 ضغط جوي وتظل حية وتخمر المواد السكرية تحت هذه الظروف . هذا وقد وجد ان ضغطا جويا 6.0 عند درجة حرارة 37° م ولمدة 72 ساعة كاف لاعاقة نمو الفطريات الطحلبية المائية

Aquatic phycomycetes فاذا حفظت الجراثيم السابحة والغزل الفطري لهذه الفطريات تحت هذه الظروف السابقة ثم نقلت الي بيئة في الضغط الجوي العادي فلا يشاهد اي نمو للغزل الفطري او اي انبات للجراثيم السابحة . ويطلق علي الفطريات التي يمكنها النمو في بيئات ضغطها اعلي من 3.0 ضغط جوي اسم الفطريات المتحملة للضغوط العالية Parophilic fungi وتاثير الضغوط العالية يرجع بدرجة كبيرة الي تخثر الانزيمات Denaturation.هذا وقد وجد ان الضغوط العالية لبعض الغازات مثل الاوكسيجين لها تاثير مثبط علي نمو بعض الفطريات .

5 . تاثير الاوكسيجين

Effect of oxygen

معظم الانواع الفطرية كائنات حية هوائية اجبارية Strict aerobes فهي تحتاج للاوكسيجين ولو بكميات قليلة جدا حتي تتمكن من النمو لكن لهذه القاعدة العامة شواذ ثلاثة :

أ . ان بعض الخمائر Yeasts وكذلك بعض الفطريات الخيطية Filamentous fungi يمكنهاالحصول علي كمية كافية من الطاقة بواسطة التخمر Fermentation وبالتالي لها القدرة علي تحمل تراكم كميات كبيرة من حامض اللاكتيك Lactic acid والكحول الاثيلي Ethyl alcohol في البيئة التي يعيش فيها .

ب . عدد قليل من الفطريات مثل اكوالنديريللا فيرمينتانس *Aqualinderella fermentans* ينقصها بعض او كل السيتوكروم الذي يدخل في تكوين السلسلة التنفسية Electron transport chain ولذلك فهي كائنات تخمرية اجبارية Obligately fermentative ولا يمكنها التنفس تحت الظروف الهوائية . وهي في ذلك تشبه بكتيريا حامض اللاكتيك .

ج . تستطيع بعض الفطريات استخدام ايون النترات كمستقبل نهائي للالكترونات

وذلك في غياب الاوكسيجين مثل فطر نيوروسبورا كرازا *Neurospora crassa*. وبالرغم من ذلك فلا يوجد فطر يعتبر لاهوائيا اجباريا Obligate anaerobe.

بعض انواع الفطريات يقل نموها عند ضغوط عالية من الاوكسيجين مثل فطر افيوبليس جرامينس *Ophioblus graminis* بينما بعض الفطريات تنمو بكفاءة عالية عند هذه الضغوط المرتفعة مثل فطر اسبرجيلس اوريزي *Aspergillus oryzae*.

6 . تاثير ثاني اكسيد الكربون

Effect of CO_2

معظم الفطريات يمكنها تثبيت ثاني اكسيد الكربون في مكوناتهاالخلويه وتعرف هذه العملية بعملية خلق مجموعة الكربوكسيل ، مثل تثبيت ثاني اكسيد الكربون وتحويله الي احماض عضوية واحماض امينية ، لعملية تحويل حامض البيروفيك Pyru-vic acid الي حامض اكسال استيك Oxaloacetic acid او تحويل الاسيتالدهيد الي حامض البيروفيك .

كذلك يمكن اتحاد ثاني اكسيد الكربون مع كل من حامض اللاكتيك ، حامض الفيوماريك ، حامض الستريك وحامض السكسينيك في العديد من الانواع الفطرية .الضغط العالي لثاني اكسيد الكربون عادة يثبط النمو الفطري ولكن تختلف كمية الضغط اللازم احداثها لعملية التثبيط من فطر الي اخر . فطر الترناريا سولاني *Alternaria solani* يقل نموه بدرجة كبيرة اذا عرض لضغط من ثاني اكسيد الكربون يعادل 38 مم بينما فطر بنسيليوم نيجريكانس *Penicillium nigricans* يحدث له تاثير طفيف اذا عرض لضغط يعادل 150 مم ثاني اكسيد الكربون .

7 . تاثير تركيز الوسط الغذائي

Effect of medium concentration

تركيز الوسط الغذائي له تاثير كبير علي معدل وكمية النمو الفطري . وتركيز

الوسط الغذائي الذي يكون مناسبا تماما للنمو الخضري قد يكون غير ملائم لاغراض اخري مثل التكاثر او التجرثم .

ويمكن تغيير تركيز الوسط الغذائي بطريقتين :

أ . بتخفيف الوسط الغذائي ككل حيث تظل النسبة بين المكونات المختلفة للوسط الغذائي ثابتة ولا تتغير .

ب . بتغيير تركيز احد مكونات الوسط الغذائى فقط دون باقي المكونات .

حين يخفف الوسط الغذائي ككل فمن المتوقع ان النقص الناتج في كمية الغزل الفطري تتناسب تناسبا مباشرا مع كمية التخفيف ولكن لا يحدث ذلك باستمرار . وحين يتغير تركيز احد مكونات الوسط الغذائي بالزيادة التدريجية فان كمية النمو تزداد وتتناسب مع التركيزات المختلفة حتي درجة تركيز معينة لا يشاهد بعدها اي زيادة مقابلة في كمية النمو ، ويعزي ذلك الي التركيزات المحددة لغيره من مكونات الوسط الغذائي .

8 . تاثير شكل ونوع اناء التنمية

Effect of the size and type of the cultural vessels

اقصي وزن من الغزل الفطري الذي يمكن الحصول عليه من حجم معين من الوسط الغذائى يعتمد علي نوع وحجم الاناء المستخدم في تنمية الفطر ، ويعزي هذا اساسا الي الاختلاف في معدل التهوية .

يمكن ان يظهر تاثير عمق الوسط الغذائي علي كمية ومعدل النمو باستخدام حجم ثابت من الوسط الغذائي في دوارق مخروطية ذات احجام مختلفة او بتغيير حجم الوسط الغذائي في دوارق لها نفس الحجم . هذا وقد وجد ان فطر سوردريا فيوميكولا *Sordaria fumicola* لا تقل كفاءته في تحويل مكونات الوسط الغذائي الي غزل فطري ويكون ذلك كلما زاد عمق الوسط الغذائى .

9 . تاثير المحتوي الرطوبي

Moisture content

يختلف كل فطر عن الاخر في احتياجه للرطوبة . معظم الانواع الفطرية تعيش في الطبيعة علي اوساط غير مشبعة بالماء . قلة المحتوي الرطوبي للوسط هو احد العوامل المحددة لنمو الفطريات خاصة تلك التي تنمو في التربة او علي الاخشاب . وكقاعدة عامة فالخشب الذي يحتوي علي نسبة رطوبة اقل من 20 ٪ يكون محصنا ضد الفطريات المحللة للخشب . ولكن الارتفاع الضئيل عن هذه النسبة ربما تساعد علي نمو الفطريات .

العوامل الداخلية

Internal factors

يختلف نوع الفطر عن الاخر وحتي سلالات Isolates نفس النوع الواحد تختلف من واحدة الي اخري في تكوينها الوراثي . وتحدث الطفرات في المعمل بواسطة اشعة اكس ، والاشعة فوق البنفسجية وبعض الكيمائيات الخاصة . وطفرات الجنس الواحد الناتجة في نفس المعمل تختلف في الاصل في واحدة او اكثر من الصفات المورفولوجية والبيولوجية .

كذلك يجب معرفة عمر Age ، وتاريخ History ونوع القاح حيث انه لها تاثير كبير علي نمو الفطر . وكل العوامل السابقة قد تؤثر علي معدل وكمية النمو ووظائف اخري للفطر.فاللقاح الحديث السن يكون اصلح حيث ان الخلايا المسنة كقاعدة عامة تكون بطيئة في بداية النمو .

في الدراسات التجريبية الدقيقة لا يصح اهمال درجة الحرارة ونوع الوسط الغذائي التي تنمي عليها اللقاح . ففي بعض انواع الخلايا مثل الخميرة اذا زرعت مدة طويلة عند درجة حرارة معينة فانها تتاقلم علي هذه الدرجة من الحرارة فاذا نقلت الي درجة حرارة مغايرة فان تاثير درجة الحرارة التي نمت عندها في البداية يظل لمدة من

الزمن وبالتاكيد فان ذلك يحدث نتيجة لحدوث شيء ما في داخل مكوناتها .

بعض الفطريات لها القدرة علي تخليق بعض نواتج الايض الثانوية Secon-dary metabolite فاذا كان الوسط الغذائي النامي عليه الفطر خاليا من هذه المواد فانه بعد وقت يطول او يقصر يبدا الفطر في تخليق هذه المواد الحيوية وعند تكوينها يبدا النمو الطبيعي للفطر . وذلك مثل ما يحدث لفطر الخميرة وتخليقها لبعض الفيتامينات التي تساعد علي النمو الطبيعي للخلايا .

التغذية في الفطريات

fungal nutrition

تخلو خلايا الفطريات من صبغ الكلورفيل "اليخضور" لذلك لا تستطيع تكوين غذائها بنفسها وتظل عضوية التغذية او متباينه التغذية Heterotrophic ويمكن للفطريات ان تعيش بثلاث طرق :

1 . تعيش متطفله Parasites علي الكائنات الحيه الاخري مثل النباتات الراقية والحيوانات والانسان مسببه لها بعض الامراض .

2 . تعيش مترممه Saprophytes علي البقايا العضوية لانسجة الكائنات الميته من نبات وحيوان .

3 . تعيش متكافله Symbiotic في منفعه متبادله مع كائنات اخري مثل الطحالب كما هو الحال في الاشن Lichens .

والفطريات ككل الكائنات الحيه تحتاج الي الماء وعناصر غير معدنيه مثل الكربون ، الهيدروجين ، الاوكسيجين ، الفسفور والكبريت وكذلك تحتاج لعناصر معدنيه مثل البوتاسيوم، المغنسيوم ، الحديد ، النحاس ، المنجنيز ، الزنك ، الصوديوم ، الكالسيوم والبورون وغيرها وكل هذه المواد ضروريه لبناء المكونات الخلوية المختلفة .

العناصر غير المعدنية الضرورية

الغزل الفطري وكذلك الجراثيم الفطرية تتكون اساسا من مركبات تحتوي علي عناصر غير معدنية. وكقاعدة عامه فان 95 ٪ من وزن الفطر يكون من الكربون والهيدروجين والاوكسيجين والنيتروجين والكبريت والفسفور ونتناول فيما يلي اهمية هذه العناصر ودورها بالنسبه للتركيب الخلوي :

1 . الكربون

Carbon

يعتبر الكربون من اهم العناصر الضروريه التي يحتاجها الكائن الحي عموما فكافة المكونات الخلوية كالانزيمات ، البروتوبلازم ، الجدار الخلوي والمواد الغذائية المدخرة في الخلية تتكون اساسا من الكربون ولذلك فان 50 ٪ من الوزن الجاف للفطر يتكون من الكربون وحده وبالاضافة الي كونه العنصر التركيبي الرئيسي فان المركبات الكربونيه تلعب دورا هاما وذلك من الناحية الوظيفية واهمها اطلاق الطاقة من المركبات الكربونيه واستغلالها في اوجه الحياة المختلفة للخلية الفطرية وتستطيع الفطريات النمو علي عدد من المركبات العضوية حتي تلك المعقدة ولكن ليست كل الفطريات قادرة علي استهلاك كل المركبات العضوية في الطبيعة ولا كل الانواع تستطيع استهلاك مركب معين بنفس الكفاءة والسهولة . والمواد المكونه للمركب وشكلها التركيبي وترتيبها الفراغي توثر علي مدي استهلاك المواد العضوية المختلفة وامكانيه استخدامها كمصدر كربوني ومن اهم المصادر الكربونية :

1 . المواد الكربوهيدراتيه

Carbohydrates

المواد الكربوهيدراتيه اهم المصادر الكربونيه واكثرها انتشارا في تنميه الفطريات ومنها :

1. السكريات الاحادية

Monosaccharides

وهي السكريات التي لها نفس الشكل التركيبي ولكن تختلف في ترتيب مجاميعها الفعالة سواء علي يمين او يسار ذرات الكربون وتختلف فسيولوجيا كل عن الاخر ، وفي الغالب يستهلك المشابه اليمين فقط او اليساري فقط او يستهلك احدهما بسهولة وسرعة عن المشابه الاخر ، ومن اهم انواع هذه السكريات الاحادية :

**السكريات السداسية

Hexoses

هذه السكريات لها التركيب العام $C_6H_{12}O_6$ وتوجد منها في الطبيعة بكثره :

المانوز اليميني D-mannose ، الجلوكوز اليميني D-glucose

الجالاكتوز اليساري L-galactose ، الجالاكتوز اليميني D-galactose

السربوز اليساري L-surbose ، الفركتوز اليميني D-fructose

معظم انواع الفطريات تستطيع استهلاك الجلوكوز بسرعة عن اي سكرسداسي اخر ، اما الفركتوز والمانوز فتستهلك ايضا بعدد كبير من الفطريات بينما يستهلك الجالاكتوز بواسطة عدد قليل من الفطريات . ومقدره استهلاك الفطريات المختلفة للسكريات السداسية يختلف باختلاف مدي مقدره هذه الفطريات علي تحويلها الي الجلوكوز ، كذلك مدي مقدره هذه الفطريات علي افراز الانزيمات الخاصه التي تساعد علي فسفرة السكر .

هذا وقد وجد ان هناك عددا ضئيلا من الفطريات ليست لها المقدره علي استهلاك اي من السكريات الاحادية سالفة الذكر علي سبيل المثال فطر ليبتوميتس لاكتس *Leptomitus lacteus* التي يمكنها النمو بكفاءة علي الخلات acetate

وغيرها من الاحماض الدهنية كمصدر اساسي للكربون .

**السكريات الخماسية

Pentoses

من اكثر السكريات الخماسيه في الطبيعة الريبوز اليميني والزيلوز اليميني واليساري والارابينوز اليميني واليساري كذلك توجد السكريات الخماسيه كوحدات بنائية في عديدات التسكر Polysaccharides . واكثر هذه السكريات الخماسيه وجودا واستخداما بالفطريات هما الارابينوز اليساري والزيلوز اليميني بينما يلاحظ ضعف النمو الفطري في حاله استخدام الزيلوز وذلك يرجع الي كسر الزيلوز وتحويله الي مركب الفيرفورال ويتم ذلك في الاوساط الغذائية الحامضية واثناء التعقيم الساخن .

**السكريات الكحولية

Sugar alcohols

اختزال مجاميع الالدهيد او الكيتونات للسكريات البسيطه يحول تلك السكريات الي كحولات . فمثلا يتحول الجلوكوز الي سوربيتول والمانوز الي مانيتول والجالاكتوز الي جالاكتيتول .

يعتبر المانيتول اكثر السكريات الكحولية شيوعا واستهلاكا بواسطه الفطريات . اما السوربيتول والجالاكتيتول فان معظم الفطريات لاتستطيع استهلاكها . وبمقارنه السكر ونظيره الكحولي وجد ان معظم الفطريات تستهلك السكر بسهوله عن نظيره الكحولي . ويعتبر الجلسرين من اكثر الكحولات العديده الهيدروكسيل استهلاكا بواسطه الفطريات وتختلف القدره علي استهلاك الجلسرين من فطر الي اخر فقد وجد ان فطر اسبرجيلس اوريزي *Aspergillus oryzae* وفطر اسبرجيلس نيجر *Aspergillus niger* يكون النمو فيها ضعيفا بينما فطر مومنونيلا . ايكينياتا *Memnoniella echinata* تنمو بكفاءة في مزارع يكون فيها الجلسرين هو المصدر الكربوني الوحيد .

** الاحماض السكرية

Sugar acids

اكسدة مجموعة الالدهيد في السكريات تعطي الاحماض السكرية مثل حامض الجلوكونيك الذي ينتج من اكسدة الجلوكوز بينما اكسدة مجموعة الهيدركسيل الاولي تعطي ما يسمي بحامض يورنيك مثل حامض الجالاكترونيك الناتج من اكسدة الجالاكتوز اما اكسدة مجموعة الالدهيد ومجموعة الهيدروكسيل فتعطي ما يسمي بحامض الساكريك . ويعتبر حامض الجلوكونيك وحامض الساكريك مصدرا كربونيا لعدد كبير من الفطريات . هذا وقد وجد ان هناك انواع فطرية مثل فطر اسبرجيلس نيجر *Aspergillus niger* لها المقدرة علي تكوين حامض الجلوكونيك ثم تستهلكه مرة اخري خلال هدم السكريات كمصدر كربوني .

II . ثنائيات التسكر

Disaccharides

. واسعة الانتشار في الطبيعة وهي عبارة عن جزيئين لسكريات احادية مرتبطة بروابط جليوكوسيدية ومنها:

** المالتوز

Maltose

يتكون سكر المالتوز عند تحلل النشا بعمل انزيم الاميلز Amylase وعند تحلل المالتوز ينتج جزيئين من الجلوكوز والرابطة الجليوكوسيدية وهي من النوع الفا . يستهلك المالتوز بواسطة عدد كبير من الفطريات بينما توجد بعض انواع فطرية ضعيفة النمو او لا تنمو مطلقا علي المالتوز عند استخدامه كمصدر كربوني مثل فطر بوليكتريديم اجريجاتم *Polychytridium aggregatum* وفطر بنسيليوم ديجيتاتم *Penicil-lium digeiatum*

**سلوبيوز

Cellobiose

عبارة عن الوحدات التكرارية لجزيء السليولوز ويختلف عن المالتوز في نوع الرابطة الجليوكوسيدية التي تربط جزيء الجلوكوز فهي من النوع بيتا ، لذلك فان الفطريات التي لها المقدرة علي افراز الانزيمات اللازمة لتحلل هذه الرابطة لها المقدرة علي استهلاك السلوبيوز كمصدر كربوني .

** اللاكتوز

Lactose

يوجد هذ السكر في البان الحيوانات وتحلله مائيا يعطي جزيئين وهما الجلوكوز والجالاكتوز ، والرابطة الجليوكوسيدية من النوع بيتا ، وقد وجد ان عددا قليلا جدا من الفطريات تستخدم هذ السكر كمصدر كربوني وبالتالي يوصف بانه مصدر كربوني ضعيف للنمو الفطري .

** السكروز

Sucrose

عند تحلل السكروز ينتج جزيئين من الجلوكوز والفركتوز والرابطة في هذا السكر خليط من الالفا والبيتا ، يستهلك السكروز بواسطة عدد قليل من الفطريات مقارنا بالمالتوز ولكن اكثر استهلاكا من الـ لاكتوز .

III . ثلاثيات التسكر

Trisaccharides

وهي تلك السكريات التي يحوي جزءاها علي ثلاثة جزيئات لسكريات احادية مرتبطة بروابط جليوكوسيدية ومنها سكر الرافينوز الذي ينتج كناتج في صناعة سكر

البنجر ، ويتكون من جزيء واحد من الجالاكتوز وجزيء من السكروز وعند تحلله كاملا يعطي جزيء واحد لكل من الجالاكتوز والجلوكوز والفركتوز . يستهلك الرافينوز بواسطة عدد من الفطريات منها فطر اسبرجيلس اوريزي *Aspergillus oryzae*.

والذي يحدد مدي استهلاك السكريات الثنائية والثلاثية بواسطة الفطريات هو مدي قدرة هذه الفطريات علي افراز الانزيمات المحللة للرابطة الجليوكوسيدية ، كذلك مدي امكانية استهلاك السكريات البسيطة التي يتكون منها السكر الثنائي أو الثلاثي .

5 . عديدات التسكر

Polysaccharides

اهم عديدات التسكر هي السليولوز النشا والجليكوجين وعموما فعديدات التسكر لاتذوب في الماء واحيانا تكون محلولا غرويا واستهلاك هذه السكريات يعتمد علي مقدره الفطر علي افراز الانزيمات المحلله لهذه السكريات

** السليولوز

Cellulose

عباره عن سلسله مستقيمه ناتجة من تكاثف وحدات من الجلوكوز اليميني مرتبطه بروابط جليوكوسيديه من النوع بيتا . والفطريات التي لها القدرة علي تحليل السليولوز بواسطه انزيم السليوليز لها المقدره علي استخدامه كمصدر كربوني

سليولوز ــــ سليودكسترين ــــ سليوتيتروز ــــ سليوبيوز ــــ جلوكوز يميني

يعتبر السليولوز مصدرا كربونيا لعدد كبير من الفطريات تجمع تحت مجموعة الفطريات المسببه لتعطين الخشب Wood rotting

**النشا

Starch

يشبه النشا السليولوز من حيث انه ناتج عن تكاثف عديد من جزئيات الجلوكوز اليميني ولكن الرابطة الجليوكوسيديه هي من النوع الفا . ويتكون النشا من نوعين من الجزئيات . الجزء الذي يكون سلسله مستقيمه يسمي الاميلوز Amylose اما التفرعات فيسمي الاميلوبكتين Amylopectin والانزيمات المحلله للنشا يطلق عليها اسم الاميليز Amylase

نشا ـــ دكسترين ـــ مالتوز ـــ جلوكوز يميني .

والفطريات التي تنتج انزيم الاميليز لها المقدرة علي استهلاك النشا كمصدر كربونى . هذا والفطريات التي تستهلك النشا فلا بد ان تستهلك المالتوز ايضا .

** الجليكوجين

Glycogen

يشبه النشا ويتكون بواسطة الحيوانات وقد وجد ان العديد من الفطريات لها المقدرة علي استخدام الجليكوجين كمصدر كربوني .

**الكيوتين

Chitin

هو ناتج تكاثف استيل جلوكوزامين N-acetyl glucose amine وهو من عديدات التسكر ويستهلك بواسطه الفطريات المتطفله علي الحشرات .

** البكتين

Pectin

هو ناتج لحامض الجالاكتورنيك ويوجد في الجدر الخلوية للنباتات الراقية ويستهلك بواسطة الفطريات المترممة والمتطفلة علي النبات .

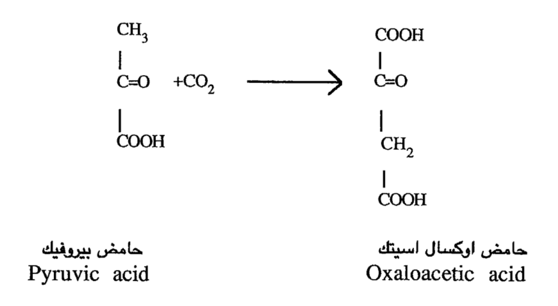
ب . ثاني اكسيد الكربون CO_2

بعض الفطريات تستطيع استهلاك ثاني اكسيد الكربون ولكن لا يمكن الاعتماد عليه كمصدر وحيد للكربون ، فقد ثبت ان بعض انواع الفطريات تقوم بتثبت ثاني اكسيد الكربون علي الاحماض العضوية بالخلية الفطرية مثل حامض البيروفيك وغيره من الاحماض الكيتونيه مما يساعد علي تكوين الاحماض الامينيه المختلفة كما بالمعادلات التاليه :

$$\begin{matrix} CH_3 \\ | \\ C=O \\ | \\ H \end{matrix} + CO_2 \longrightarrow \begin{matrix} CH_3 \\ | \\ C=O \\ | \\ COOH \end{matrix}$$

استيالدهيد
Acetaldehyde

حامض بيروفيك
Pyruvic acid



ج . الاحماض العضوية

Organic acids

بعض الفطريات لها القدره علي استهلاك الاحماض العضويه كمصدر كربوني وكذلك الاحماض الدهنية فلقد وجد ان فطر لبتوميتس لاكتس *Leptomitus lacteus* ليس له القدره علي استهلاك اي مصدر كربوني ولكنه ينمو بكفاة علي الاحماض الدهنية المختلفة او املاحها ولكن لا ينمو علي احماض الفورميك والبروبيونيك لانها سامه وتستخدم احيانا كمبيدات فطريه .

د . الاحماض الامينيه

Amino acids

قد تستخدم الاحماض الامينيه كمصدر كربوني وكمصدر نيتروجيني في

نفس الوقت ولكن ليست كل الاحماض الامينيه الموجوده في الطبيعه يمكن استخدامها كمصادر كربونيه ، ولكن وجد ان اكثر الاحماض الامينيه استهلاكا هو حامض الجلوتاميك وكذلك حامض برولين .

2 . الهيدروجين

Hydrogen

يعد الهيدروجين احد اهم العناصر غير المعدنيه للخلية الفطرية فهو يدخل في تركيب كل المركبات العضوية المستهلكة لذلك وهي التي يتكون منها البرتوبلازم الخلوي فعلي سبيل المثال يدخل الهيدروجين في تكوين الماء الذي يشكل وسط كل التفاعلات التي تحدث في الخليه وخاصه تفاعلات التحلل المائي Hydrolysis للمركبات المعقده الكربوهيدراتيه ، البروتينيه والدهنية .

3 . الاوكسيجين

Oxygen

الفطريات جميعا كائنات هوائية اجبارية Strictly aerobic فهي لاتستطيع النمو في غياب الاوكسيجين . ولكن يوجد قلة منها تعتبر لا هوائية اختياريا Facultatively anaerobic وهي تلك التي تستطيع ان تنمو في وجود الهواء او عدمه . ومن المعروف ان الاوكسيجين يستخدم في عمليه التنفس كمستقبل لذرات الهيدروجين اما تلك الفطريات اللاهوائية اختياريا فتوجد لها مواد اخري تعمل كمستقبل لذرات الهيدروجين ويطلق علي العمليه في هذه الحاله بالتنفس اللاهوائيAnaerobic respiration او التخمر Fermentation . هذا وقد ثبت ان معدل النمو وكميه النمو وكذلك التجرثم ونواتج الايض المختلفة لاي فطر خلال مراحله المختلفة تتاثر تاثيرا واضحا بكميه الاوكسيجين المتاحة .

4 . النيتروجين

Nitrogen

النيتروجين احد اهم العناصر غير المعدنيه الحيوية للفطريات لانه يدخل في تكوين كثير من المركبات ذات الوظائف التركيبيه الهامه ، فهو يدخل في تكوين الكيوتين ، القواعد/النتروجينيه (البيرين Purine والبريميدين Pyrimidine)، كذلك يدخل في تكوين الاحماض الامينيه ، البروتين ، الانزيمات وبعض الفيتامينات . وعلي الرغم من ان النيتروجين في برتوبلازم الخليه الفطريه يوجد علي صوره مركبات عضويه($R-NH_2$) الا ان الفطر يستطيع الحصول علي النيتروجين من البيئة التي يحيا فيها في صوره او اكثر من المركبات النتروجينيه التاليه :

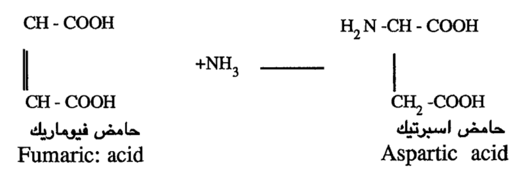
نترات NO_3 ، نتريت NO_2 نتروجين H_2 ، امونيا NH_3 ، الكيل امين Alkylamine

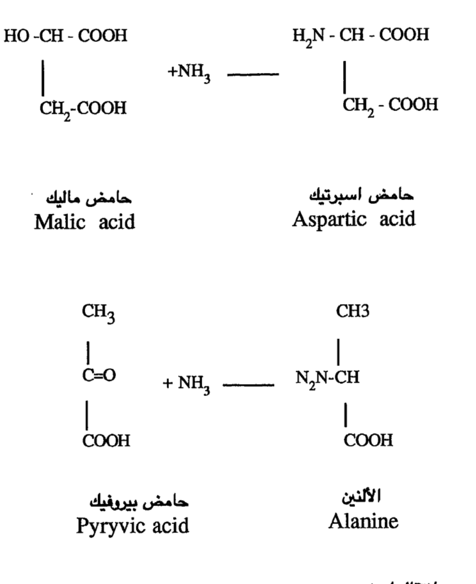
فالصورة التي يفضلها الفطر من صور المركبات النتروجينيه تعتمد علي قوه الاختزال الانزيميه للفطر ، فحين يكون المصدر النتروجيني علي صوره $R-NH_2$ فان الكائن يستعمل النتروجين باحدي صورتين :

أ . اختزال امينى

Reduction amination

وفيها يتم نقل مجموعة الامين الحره الي احماض عضويه نواتج دورة كربس في الخلية فيمكن تحويلها بذلك الي احماض امينيه كما هو موضح بالمعادلات التاليه :





ب . انتقال اميني

Transamination

وفيها يتم نقل مجموعة الامين (NH_2 -) الي احماض عضوية كيتونيه وذلك من احماض امينيه ويحدث ذلك عندما تكون مجموعة الامين غير حره وبالتالي فالحامض العضوي الكيتوني يتحول الي حامض اميني والعكس كما هو موضح بالمعادلة التالية :

$$
\begin{array}{ccccccc}
 & & COOH & & & & COOH \\
COOH & & | & & COOH & & | \\
| & & CH_2 & & | & & CH_2 \\
CH_2 & + & CH_2 & \longrightarrow & CH_2 & + & CH_2 \\
| & & | & & | & & | \\
H_2N\text{-}C\text{-}H & & C{=}O & & C{=}O & & H_2N\text{-}C\text{-}H \\
| & & | & & | & & | \\
COOH & & COOH & & COOH & & COOH
\end{array}
$$

حامض اسبرتيك	حامض الفا-كيتوجليتوريك	حامض اوكسال اسيتك	حامض جليتوميك
Aspartic acid	Alpha krtoglutaeic acid	Oxalacetic acid	Glutamic acid

هذا وقد ثبت ان معظم انواع الفطريات لها المقدرة علي استهلاك نيتروجين النترات والامونيا . كما ان عددا محدودا جدا من الفطريات له القدره علي تثبيت نتروجين الهواء الجوي وذلك بتحويله الي امونيا داخل خلاياه مثل فطر فوما بيتي *Phoma betae*

5 . الفوسفور

Phosphor

يلعب الفوسفور دورا هاما في التحولات الكيميائيه وانتقال الطاقة فهو يدخل في تكوين مركبات ادينوسين ثنائي الفوسفات ADP وادينوسين ثلاثي الفوسفات ATP كذلك جزئيات النيوكلتيدات NADP والفلافين Flavin فضلا عن دخوله في تركيب جزيئات الاحماض النووية مثل حامض الريبونيوكليك RNA وحامض ديوكسي ريبونيوكليك DNA في نواة وسيتوبلازم الخلية وتستهلك الفطريات الفوسفور في صورة املاح فوسفوريه مثل، KH_2PO_4 فوسفات البوتاسيوم الاحادية $K\ HPO_4$ فوسفات البوتاسيوم الثنائية ، وكذلك استرات المركبات الفسفورية العضوية .

6 . الكبريت

Sulpher

يوجد الكبريت في صوره مجموعة (- SH) في البروتينات ، الببتيدات ، الانزيمات والفيتامينات (ثيامين ، بيوتين) معظم الكائنات لها المقدرة علي استهلاك الكبريت العضوي (R - SH) كذلك يمكنها اختزال الكبريتات SO^{--} وتحويلها الي الصورة العضوية .

العناصر المعدنيه الضرورية

بالاضافة الي العناصر غير المعدنيه الضرورية فان الفطريات تحتاج الي كميات قليلة جدا من عناصر معدنيه مثل البوتاسيوم ،الصوديوم ، الكالسيوم ، الزنك ، ،المغنسيوم ، الحديد والكلور. والعنصر الضروري Essential element هو ذلك العنصر ذو الوظيفة الحيوية بحيث لايمكن استبداله بغيره لاداء هذه الوظيفة ، ويختلف تركيز هذه العناصر لاعطاء اكبر نمو من عنصر الي اخر ، وبالتالي تقسم الي مجموعتين :

1 . عناصر ضرورية كبري Macro - essential elements

2 . عناصر ضرورية صغري Micro - essential elements

العناصر الضرورية الكبري

وهي العناصر التي يحتاجها الفطر بتركيزات كبيره . ومن الضروري ان تكون موجوده بهذه التركيزات في مكونات الوسط الغذائي الذي ينمو عليه ومنها البوتاسيوم والمغنسيوم .

1 . البوتاسيوم K^+

مهم جدا للنمو الفطري واقصي تركيز لهذا العنصر 150 مجم / لتر ، التركيزات الصغيرة من البوتاسيوم تزيد انتاج حامض الاكزاليك Oxalic acid ينشط انزيمات

الخميرة المخمرة للجلوكوز والمنتجة للكحول الاثيلي .

المغنسيوم Mg^{++}

عنصر المغنسيوم ضرورى لكل من النمو والتجرثم الفطرى وترجع اهمية المغنسيوم إلى :

أ- ينشط انزيمات الهكسوكينيز Hexokinase والبيروكسيديز Peroxidase

ب- يضاد المغنسيوم التاثير السام لعديد من الايونات السامة مثل كلوريد الزئبقيك $HgCl_2$ وحامض البوريك .

كما انه ثبت وجود علاقة تحكم الكميات الواجب توفرها لكل فطر من عنصر المغنسيوم والفسفور. ففى بعض انواع الفطريات وجد ان كميه المغنسيوم : الفسفور اللازمه للنمو والتجرثم هى 36:1.

العناصر الضرورية الصغرى

يطلق عليها العناصر القلائل Trace elements ومنها الحديد ، النحاس ، المنجنيز ، الزنك والكالسيوم ويحتاجها الفطر بكميات ضئيله للغاية 10^{-8} - 10^{-9} وليس من الضرورى اضافتها إلى مكونات الوسط الغذائى الذى ينمو عليه الفطر حيث انها تكون ضمن املاحه ومكوناته على صورة شوائب ذات نسب قليلة لهذه المكونات .

1- الحديد Fe^{++}

يؤثر الحديد على معظم العمليات التخمريه وانتاج المواد المختلفة مثل الفيتامينات ، كذلك يؤثر على انتاج حامض الستريك Citric acid والمضادات الحيويه Antibotics بواسطة بعض انواع الفطريات فضلا عن انه ضرورى لعمل انزيم الكتاليز

.Catalase

2- النحاس Cu^{++}

مهم لعدد من الانزيمات وخاصة انزيم تيروسينز Tyrosinase كذلك يؤثر على لون الغزل الفطرى ذلك انه فى حالة غياب النحاس فان كلا من الغزل الفطرى والحوامل الجرثوميه تصبح عديمة اللون . والتركيزات العالية من النحاس ذات تأثير سام وبالتالى تستخدم املاحه واكاسيده كمبيدات فطريه .

3- المنجنيز Mn^{++}

يعتبر المنجنيز عنصرا هاما للخلية الفطرية وخاصة النمو والتجرثم في معظم انواع الفطريات ، فضلا عن انه ينشط انزيم ارجينيز الخميرة Yeast arginase.

4- الزنك Zn^{++}

محفز لعدة انزيمات منها الانيوليز Enolase وثنائى الببتيديز Dipeptidase لذلك له دور هام فى استهلاك الجلوكوز وانتاج حامض الفيوماريك Fumaric acid وحامض اللاكتيك Lactic acid

5- الكالسيوم Ca^{++}

وبالرغم من انه لا يوجد تركيب خلوى معين أو عنصر معين يدخل فى تكوينه الكالسيوم الا انه وجد ان بعض انواع الفطريات لا يمكنها النمو الا في وجود الكالسيوم مثل فطر الريزوكتونيا سولانى *Rhizoctonia solani* كذا فطر فيوزاريوم اكسسبوريوم *Fusarium oxysporun* .

المولبيدنيم Mo^{++}

له دور هام فى الايض النتروجينى Nitrogen metabolism فعملية تثبيت النتروجين الجوى بواسطة البكتريا كذا استهلاك نتروجين املاح النترات بواسطة الفطريات يتم فى حالة وجود عنصر المولبيدنيم .

7- الجاليوم - السكانديوم والفانيديم

كل هذه العناصر ضرورية لنمو بعض الفطريات وخاصة فطر اسبرجيلس نيجر *Aspergillus niger*.

التكاثر الفطرى

Fungal reproduction

يقصد بعملية التكاثر انتاج افراد جديدة لها نفس الخصائص المميزة لنفس النوع ، وعادة تتكاثر الفطريات بطريقتين :

1- تكاثر لا جنسي Asexual reproduction وهو التكاثر الذى لا يتضمن اندماجا بين انوية او بين خلايا أو اعضاء تكاثريه ويعرف احيانا بالتكاثر الخضري او التكاثر الجسدى .

2- تكاثر جنسي Sexual reproduction وهو يتضمن اندماجا بين نواتين متألفتين .

تنبثق الاعضاء التكاثرية فى غالبية الفطريات من جزء من الثالوس بينما تواصل بقية الآجزاء الجسديه العاديه نشاطها ونموها ونعرض بايجاز كلا الطريقتين :

التكاثر اللاجنسى

يعد التكاثر اللاجنسى الاكثر اهمية بل الاكثر شيوعا لتكاثر النوع فى الفطريات وذلك لأن:

1- تعتبر فترة الدورة اللاجنسيه قصيرة فهى تتكرر عدة مرات خلال الموسم الواحد .

2- ينتج عنها فطريات عديدة.

3- تتم بطرق مختلفة وعديدة حيث تعرف احيانا بانها اية طريقة ينتج عنها افراد جديدة دون تزاوج بين الاعضاء الجنسيه او الانوية او الخلايا .

طرق التكاثراللاجنسى

1- التجزؤ الجسدى

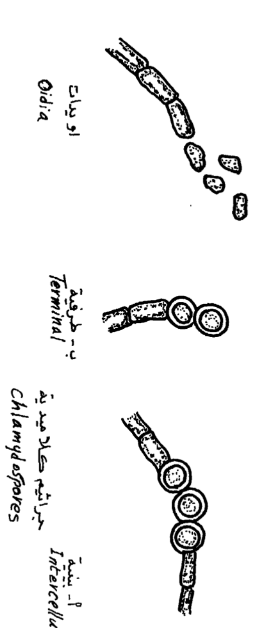
Fragmentation

وفيها يحدث تجزء لأجزاء من الغزل الفطرى ثم تبداء هذه الاجزاء الصغيرة فى النمو وتكوين افراد جديدة عند ملائمة الظروف . أو تتجزاء الخيوط الفطرية إلى مكوناتها الخلويه وتعرف باسم "اويدات" Oidia ، فاذا غلفت هذه الأجزاء بجدار سميك قبل انفصالها عن بعضها أو من خلايا الخيوط الفطرية المتاخمة لها فانها تعرف باسم الجراثيم الكلاميدية Chlamydospores (شكل 10) وهى قد تكون بينية او طرفيه .

2- انشقاق الخلايا الجسديه

Fission

ويتضمن انشقاق الخلايا الجسدية إلى خلايا بنوية حيث تنشق كل خلية جسديه



شكل (10) : الجراثيم الكلاميديه والأويدات .

Chalmydospores and oidia

إلى خليتين بنويتين بواسطة الانقباض وتكوين جدار خلوى وتعتبر هذه الطريقة واسعة الانتشار فى البكتريا وفطريات الخميرة .

3- التبرعم

Budding

والمقصود بالتبرعم هو انتاج بزوز "برعم" Bud من الخلية الجسديه الوالدة وتنقسم نواة الخلية الوالدة اثناء تكوين البرعم وما تلبث ان تنتقل احدى النواتين الى البرعم الذى ينفصل ليكون فردا جديدا ، وقد ينتج فى بعض الاحيان سلسلة من البراعم ويحدث التبرعم عادة فى فطريات الخميرة . (شكل 11).

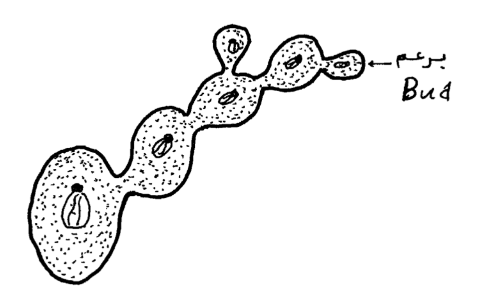
4- تكوين الجراثيم

Spore formation

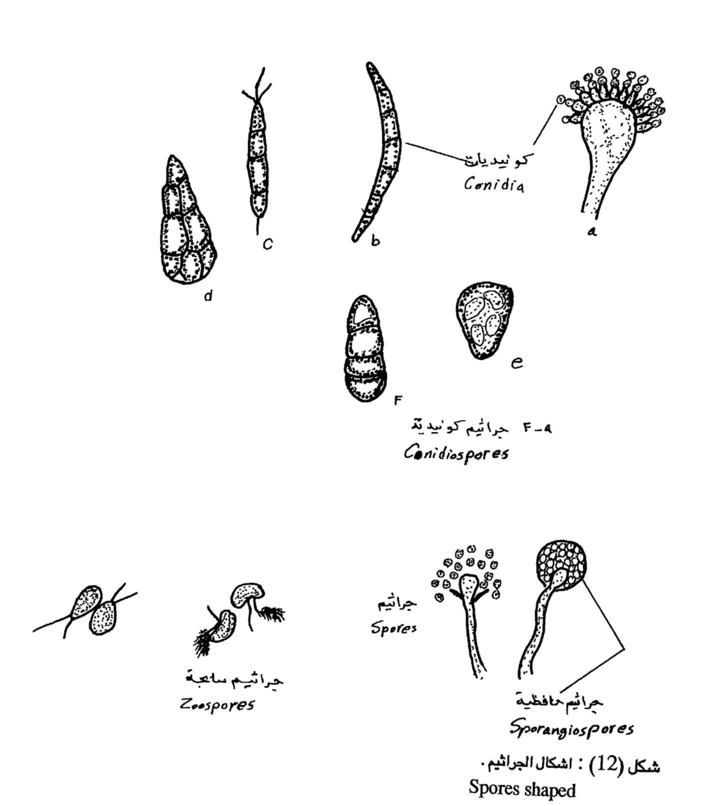
يعد انتاج الجراثيم Spores اكثر طرق التكاثر اللاجنسى شيوعا في الفطريات . وتتباين الجراثيم الفطرية فى اللون ، الحجم والشكل.كذلك من حيث عدد خلاياها وقد تنتج بعض انواع الفطريات طراز واحدا من الجراثيم بينما ينتج البعض الاخر عدة طرز منها وقد تتوالد هذه الجراثيم اللاجنسية داخل حوافظ جرثومية Sporangia (مفرد: حافظة جرثومية Sporangium) او تنبثق بطرق مختلفة على اطراف او جوانب الخيوط الفطريه وتعرف بأسم كونيديات Conidia (شكل 12).

والحوافظ الجرثومية عبارة عن تركيب كيسى الشكل تتحول محتوياته الداخليه إلى جرثومه او عدة جراثيم تكون فى الفطريات الدنيئة متحركة وتعرف بالجراثيم السابحة Zoospores وهى عادة مزودة بسوط او سوطين Flagella او غير متحركة وتعرف باسم الجراثيم الغير متحركة (الساكنة) Aplanospores .

التكاثر الجنسى



شكل (11) : التبرعم فى الخميره
Yeast budding



شكل (12) : اشكال الجراثيم.
Spores shaped

يتم التكاثر الجنسى فى الفطريات بتزاوج او اندماج نواتين متآلفتين وتمر هذه العملية بثلاث اطوار مختلفة وهى :

1- اقتران بلازمى Plasmogamy

وفى هذا الطور يتم الاندماج بين البروتوبلاستين مما يساعد على اقتراب الانوية داخل نفس الخلية وينشأ عنه تكوين خلية ثنائية النواة محتوية على نواة من كل من الوالدين .

2- اقتران نووى Karyogamy

يعتبر هذا الطور الثانى من التكاثر الجنسى فى الفطريات حيث تندمج نواتا الخليتين لتنتج نواة لاقحية ثنائية المجموعة الصبغية .

3- الانقسام الاختزالى Meiosis

وفى هذا الطور تنقسم النواة اللاقحية ثنائية المجموعة الصبغية إلى نواتين احادية المجموعة الصبغية ليتبعه انقسام غير مباشر لتكوين اربع انوية وليدة احادية المجموعة الصبغية .

وفى الفطريات قد تحمل الاعضاء الجنسية التى يمكن تمييزها إلى اعضاء جنسية ذكرية واخرى انثوية على نفس الثالوس الفطرى وتعرف مثل تلك الانواع "بالخنثوية"Harmophroditie ويستطيع مثل هذا الثالوس ان يتكاثر بمفرده جنسيا اذا كان متآلفا ذاتيا ، وفى بعض الانواع الاخرى تحمل الاعضاء الجنسية الذكرية على ثالوس بينما الانثوية على ثالوس اخر ويطلق على هذه الانواع (ثنائية المسكن Dioe-cious) اى بمعنى انعزال الجنسية وبالتالى فان الثالوس المفرد للنوع الثنائى المسكن يعجز بذاته عن التكاثر جنسيا ، ذلك لانه اما ان يكون ذكريا او يكون انثويا. ويطلق على الاعضاء الجنسية الفطرية لفظ الحوافظ المشيجية Gametangia (مفرد: حافظة

مشيجية Gametangium) وهى اما ان تكون خلايا جنسية مميزة تعرف بالامشاج Gametes واما ان تحتوى على نواة او اكثر من النوايات المشيجية . وقد تتشابه الحوافظ المشيجية مورفولوجيا ويطلق عليها الحوافظ المشيجية المتشابه -Isogametan gia كذا الامشاج Isogametes وقد تتباين كل منها مورفولوجيا فيطلق عليها الحوافظ المشيجية المتباينة Heterogametangia اما الامشاج فيطلق عليها الامشاج المتباينة Heterogametes وتعرف الحوافظ المشيجية المذكرة فى هذه الحالة بأسم الانثريديات Antheridia (مفدرها: انثريدة Anthridium) اما الحوافظ المشيجية المؤنثة فتعرف باسم الاووجونات Oogonia(مفرد: اووجونه Oogonium) (شكل13).

طرق التكاثر الجنسى

1- تزاوج الامشاج

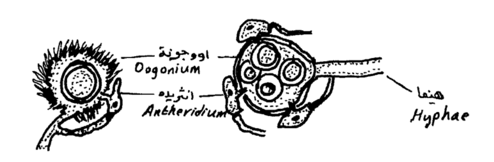
Plonogametic copulation

حيث يتم الاندماج بين مشيجين عاريين وقد يكون كلاهما او احدهما متحركا ، وقد تكون هذه الامشاج متشابهة او متباينة ، وفى بعض الانواع الفطرية فان المشيج الانثوي يكون ساكنا اما الذكرى فهو متحرك .

2- تلامس الحوافظ المشيجية

Gametangial contact

وفى هذا النوع من التكاثر يحدث تلامس لحافظتين مشيجيتين متضادتى الجنس حيث يتم انتقال نواة او اكثر من الحافظة المشيجية المذكرة إلى الحافظة المشيجية المؤنثة . وتنفذ النويات الذكرية في معظم الحالات إلى داخل الحوافظ المشيجية المؤنثة من خلال



شكل (13) : الانثريدات والاووجونات .

Antheridia and oogonia

ثقب يكون نتيجة انحلال جدار الحوافظ المشيجية عند التلامس وقد تتكون فى انواع اخرى انبوبة اخصاب تستعمل كممر للنويات الذكرية .

3- الاقتران الجسدى

Somatogamy

لا تتكون اعضاء جنسية فى عدد كبير من الفطريات الراقية وفى هذه الحالة تقوم الخلايا الجسدية بتأدية الوظيفة الجنسية .

4- الاقتران البذرى

Spermatization

قد تحمل بعض انواع الفطريات بعض التراكيب الذكرية العديدة وحيدة النواة تشبه الجراثيم وتعرف باسم "بذيرات"Spermatia وهى تنتقل بواسطة الحشرات ، او الرياح او الماء إلى الحوافظ المشيجية .

انواع الجراثيم

Types of spores

لكى تحافظ الفطريات على نفسها سواء الدنيئة منها او الراقية فانها تنتج العديد من الجراثيم تتكون كل منها من خلية واحدة او اكثر ، شفافة او ملونة وتعمل على انتشار هذه الفطريات لتعيد دورة حياتها وتقوم بوظيفة البذور فى النباتات الراقية ، ومن انواع هذه الجراثيم :

جراثيم لاجنسية

Asexual spores

1- جراثيم كلاميدية

Chlamydospores

يكونها العديد من الفطريات سواء الدنيئة منها او الراقية ، حيث تتخصص خلايا معينة من هيفيات باكملها بتجمع سيتوبلازم كل خلية او يتجزأ سيتوبلازم الهيفيات الغير مقسمة ويحاط السيتوبلازم نفسه بجدار سميك نوعا ما ثم تزول الجدار العريضة ان وجدت . وفى الظروف الملائمة تتحلل قمة الهيفيات المتخصصة او تتحلل جميع جدارها وتصبح الجراثيم حرة .

2- جراثيم متحركة

Zoospores

تكونها بعض انواع الفطريات الدنيئة ، والجرثومة عبارة عن كتلة بروتوبلازمية عارية مختلفة الشكل لها هدب Cilium او اكثر Cilia طرفية او جانبية يساعدان على الحركة . وتتكون هذه الجراثيم عادة فى كيس يطلق عليه الحافظة الجرثومية Zoo-sporangium (جمع : حوافظ جرثومية Zoosprangia).

3- جراثيم حافظية

Sporangiospores

تشبه السابقة وتتكون فى بعض انواع الفطريات الدنيئة وهى ذات جدر واضحة وعديمة الاهداب .

4- جراثيم كونيدية

Conidiospores

تكونها الكثير من الفطريات الراقية وهى ذات اشكال والوان مختلفة وقد تكون وحيدة او عديدة الخلايا ، تتكون على هيفات متخصصة تحمل كل منها جرثومة واحدة او

اكثر في سلاسل او مجاميع او تتكون داخل وعاء خاص يعرف باسم Pycnidiumله فتحة قمية Ostiole او على تركيب خاص مقعر مكشوف يسمى Acervulus او على كتلة تشبه الوسادة Sporodochium .

جراثيم جنسية

Sexual spores

يتكون هذا النوع من الجراثيم نتيجة تزاوج بين نواتين متوالفتين كما ذكرنا سابقا ومن اهم هذه الجراثيم (شكل14) .

1- جراثيم زيجوتية (تزاوجيه)

Zygospores

تكونها بعض انواع الفطريات الدنيئة نتيجة التزاوج بين امشاج متشابهة فى الشكل والحجم وهى جراثيم صلبة معتمة لونها قاتم وسطحها خشن يمكنها تحمل الظروف القاسية .

2-جراثيم بيضيه

Oospores

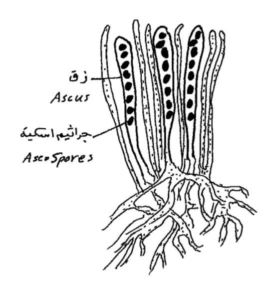
تكونها بعض انواع الفطريات الدنيئة نتيحة التزاوج بين امشاج مختلفة في والشكل والحجم، الصغيرة منها مذكرة (انثريدة Antheridium) والكبيرة منها مؤنثة (اووجونة Oogonium) والجراثيم كروية الشكل ذات سطح خشن لونه قاتم معتم ويمكنها تحمل الظروف القاسية .

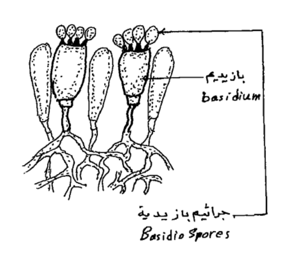
3 - جراثيم اسكية

Ascospores









شكل (14) ; انواع الجراثيم التزاوجيه .

Types of sexual spores

تكونها بعض انواع الفطريات الراقية داخل حافظة متخصصة صولجانية الشكل تعرف باسم الزقاق Asci (مفرد زق Ascus) تتكون الحوافظ اما مكشوفة او داخل وعاء ثمري متخصص Ascocarp ويكون مقفلا لا تنطلق منه الجراثيم الا بعد تفجره Cleistothecium او دورقي الشكل Perithecium او طبقي الشكل Apothecium والجراثيم الاسكية عادة شفافة عديمة اللون تتكون من خلية واحدة او اكثر وحيدة المجموعة الصبغية وعددها يتفاوت من اثنين ومضاعفاتها .

4 - جراثيم بازيدية

Basidiospores

يكونها بعض انواع الفطريات الراقية علي بروز او اعناق قصيرة ذنيبات -Sterig mata علي حامل متخصص بازيديم Basidium بسيط يتكون من خلية واحدة او عديد من الخلايا والجراثيم شفافة وعديمة اللون وحيدة المجموعة الصبغية

تصنيف الفطريات

Fungal Taxonomy

يهدف علم تصنيف الفطريات الي تسمية الفطريات وفقا لنظام ما معترف به دوليا حتي يتمكن المهتمون بعلوم الفطريات من الاتصال ببعضهم البعض فيما يختص باستكشافاتهم لفطر ما باقل قدر ممكن من الالتباس ، كذلك ابراز مدي علاقة الفطريات بعضها ببعض وبغيرها من كائنات اخري وكلما ازدادت المعرفة اصبح التقسيم عرضة للتغيير ، بل ان اسماء الكائنات لا تظل ثابتة مما يتطلب بالتالي اعادة التقسيم مرة اخري وتغيير الاسم .

والفئات او المجموعات المستعملة في تصنيف الفطريات هي كالتالي :

Kingdom	المملكة
Phylum	الفئة
Division	القسم
Class	الطائفة (الصف)
Order	الرتبة
Family	الفصيلة (العائلة)
Genus	الجنس
Species	النوع

تعتبر المملكة من اكبر الفئات وتضم عدة اقسام وقد يحتوي كل قسم علي عدة طوائف لتحتوي علي الطوائف فالرتب فالفصائل ثم الجنس فالنوع . وقد تقسم في بعض الاحيان كل فئة الي تحت مجموعات كتحت قسم Subdivision وتحت طائفة Sub-class وتحت رتبة Suborder واحيانا تقسم الانواع الي اصناف Varieties وسلالات Strains

ومن الجدير بالذكر ان اقسام الفطريات تنتهي بلفظ mycota – وتحت قسم ينتهي بلفظ mycotina – والطائفة بلفظ mycetes- والتحت طائفة بلفظ mycet- - idae اما الرتبة فبلفظ ales- والفصيلة aceae- اما الاجناس والانواع فليس لها معايير ثابتة .

والفطر اسم ثنائي binomial (ثنائى = bi – اسم = nomen) بمعني انه يتكون من كلمتين الاولي دالة علي اسم الجنس اما الثانية تدل علي النوع . ويبدأ اسم الجنس بحرف ابجدي كبير اما اسم النوع فيبدأ بحرف ابجدي صغير وتعبر هذه الاسماء عن صفة الكائن وتشتق عادة من اللغة اليونانية او اللاتينية . علي سبيل المثال فان شيزوسكاروميسيس *Schizosacchromyces* وهي فطريات السكر المنشقة وهي مشتقة من ثلاثة الفاظ شيزو Schizo بمعني منشقة ، سكارو Saccharon بمعني سكر لانها تتطلبه لغذائها اما myces بمعني فطر .

ودائما يوضع تحت الاسماء الثنائية هذه عند كتابتها خط او تكتب بحروف مائلة وعادة يتبع الاسم الثنائي الاسم المختصر للعالم الذي يعتبر الاول من قام بعملية تصنيفها . وقد تكون بعض الاسماء متبوعة باسمين الاول داخل قوسين ويدل اسم العالم الذي صنفها اولا اما الاسم الاخر الذي يتبع القوسين فانه للعالم الذي قام باجراء بعض التعديلات في تسميتها وتعتبر تسميته هي المتداولة الآن .

وتلك الكائنات وهي الفطريات فاقده اليخضور (الكلوروفيل) الذي يختلف فيها

الجسد من خلية واحدة مجهرية الي غزل فطري ممتد ذات انوية حقيقية مع اغشية نووية ونويات وتحتوي علي الجدار الخلوى وهو ذو تركيب كيوتيني او سليولوزي او علي مزيج منهما او غيرهما من عديدات التسكر المعقدة وعادة يحدث التناسل بكل من الطريقتين اللاجنسية والجنسية ، اما الوحدات التكاثرية فهي الجراثيم .

وتصنف الفطريات الي تحت قسمين :

تحت قسم الميكسوميكوتينا او فطريات العفن ، او الفطريات الهلامية (الرخوة)

Subdivision : Myxomycotinae

يحتوى هذا التحت قسم على طائفتين وهما:

1 ـ طائفة الفطريات الهلاميه الرخوة

Class: Myxomycetes (True slime moulds)

حيث تتميز هذه الكائنات بعدم وجود جدار خلوي محدد في اجسادها الاميبية شبه الحيوانية وهي عبارة عن كتلة بروتوبلازمية عديدة الانوية تسمي البلازموديوم Plasmo-dium تعيش معظمها في الاماكن الباردة الرطبة الظليلة من الغابات كذلك علي الكتل الخشبية المتحللة او الاوراق الميتة وغيرها من المواد العضوية ذات الرطوبة العالية .

2 – طائفة الفطريات الرخوة الداخلية (البلازموديوفورية)

Class : Plasmodiophoromycetes (Endoparasitic slime moulds)

الطور الخضري عبارة عن بلازموديوم يتكون داخل خلايا النبات العائل وتتميز نوياته بانها ثنائية المجموعة الصبغية ويستنفذ البلازموديوم باكمله خلال تكوين الاجسام الثمرية التي تحمل جراثيم ناتجة عن انقسام اختزالي وفيما عدا ثلاث انواع فان الجزء من

الاجسام الثمرية الحامل للجراثيم يحاط بجراب ثمري Peridium وهو يختفي عند مرحلة مبكرة من التكوين وهي تنتج بوجه خاص خلايا ذات اسواط .

تحت قسم ايو ميكوتينا او الفطريات الحقيقية

Subdivision: Eumycotinae(True fungi)

تلك الفطريات الحقيقية والكائنات التي يتضمنها هذا القسم تحتوي – عدا شواذ قليلة – علي جدر خلوية وتتميز بكونها فطريات خيطية ولو ان بعض طرزها وحيدة الخلية وهي تتكاثر جنسيا باستثناء طائفة واحدة لم يكتشف بها هذا النوع من التكاثر ، كذا طائفة الفطريات العقيمة Mycelia sterilia وتصنف تحت قسم الفطريات الحقيقية الي الطوائف التالية :

1- طائفة الفطريات المائية وحيدة الخلية (الكيتريدية)

Class: Chytridiomycetes

اغلب انواعها كائنات وحيدة الخلية الا ان بعضها خيطي ، تتكاثر لاتزاوجيا بانتاج الجراثيم السوطية وجنسيا بعدة طرق مختلفة .

2 – طائفة الفطريات البيضية

Class: Oomycetes

وهي فطريات تتميز عادة بغزل فطري غير مقسم Coenocytic وتام التكوين ولخلاياها المتحركة سوطان وينتج عن التكاثر الجنسي تكوين جرثومة ساكنة تنبثق من البيضة المخصبة Oospore

3- طائفة الفطريات التزاوجية

Class : Zygomycetes

فطريات ذات غزل فطري مقسم او غير مقسم وينتج عن تكاثرها الجنسي

جرثومة ساكنة Zygospore من اندماج حافظتين مشيجيتين اما التكاثر اللاجنسي فبتكوين الحوافظ الجرثومية Sporangia

4- طائفة الفطريات الزقية (الكيسية)

Class : Ascomycetes

فطريات ذات غزل فطري مقسم ، خيطية او وحيدة الخلية تكون جراثيم نتيجة الاقتران النووي والانقسام الاختزالي وتكون تراكيب تشبه الاكياس تعرف باسم الكيس الزقي Ascospore sac يحتوي علي الجراثيم الزقية Ascospores ويتم التكاثر الاجنسي بتكوين الجراثيم الكونيدية Conidia

5- طائفة الفطريات البازيدية

Class : Basidiomycetes

الثالوس خيطي مقسم بحواجز Septa ، التكاثر الجنسي نتيجة الاقتران النووي والانقسام الاختزالي وتكوين جراثيم بازيدية Basidiosporesمحمولة خارجيا علي كيس يعرف بالحامل البازيدي Basidium هذا ويتم التكاثر اللاتزاوجي بتكوين جراثيم كونيدية Conidia

6- طائفة الفطريات الناقصة

Class :Deuteromycetes (Fungi imperfecti)

فطريات ذات ثالوس خيطي مقسم بحواجز تتكاثر لاجنسيا بواسطة جراثيم كونيدية . والتكاثر الجنسي لم يعرف بها بعد .

7- طائفة الفطريات العقيمة

Class : Mycelia sterilia

ذات غزل فطري مقسم بحواجز تتكاثر خضريا عن طريق الخيوط الفطرية ولم

يستكشف بها حتي الان تكوين جراثيم كونيدية او مراحل التكاثر الجنسي .

هذا ونناقش فيما يلي هذه الطوائف المختلف التي تنتمي الي تحت القسمين الرئيسين .

تحت قسم الميكسو ميكوتينا او فطريات العفن او الفطريات الرخوة (الهلامية)

Subdivision : Myxomycotinae (Slime moulds)

كانت الاعفان الهلامية مثار حيرة لكثير من العلماء ، ذلك لان طورها الجسدي غير الخلوي يشبه الحيوان من حيث تركيبه وفسيولوجيته ولكن تشبه التراكيب التكاثرية مثيلاتها في النبات ، حيث تنتج جراثيم مغطاة بجدر محددة قد تحتوي علي السليولوز .

تعيش معظم فطريات العفن الهلامية في الاماكن الباردة الظليلة الرطبة من الغابات وذلك علي الكتل الخشبية المتحللة او الاوراق الميتة او غيرها من المواد العضوية المحتفظة برطوبة غزيرة ، وتوجد قلة من الانواع زاحفة علي الحشائش، ويبدو ان الرطوبة والحرارة هما اكثر العوامل اهمية من حيث التحكم في انتشار ووفرة فطريات العفن الهلامية ، غالبية الانواع المعروفة منهايقتصر تواجدهاعلي المناطق المعتدلة وتوجد قلة منها في المناطق الاستوائية .

كما يتطفل عدد كبير منها داخليا علي عدد كبير من النباتات مسببة عددا من الامراض النباتية ،وبعضها يتطفل علي الطحالب وربما علي بعض الفطريات الاخري كذا البكتريا والبروتوزوا .

طائفة الفطريات الهلامية (الرخوة):

Class : Myxomycetes (True slime moulds)

كائنات واسعة الانتشار في الاماكن الرطبة والظليلة الباردة من الغابات ، كذلك

كتل الاخشاب المتحللة اوالاوراق او المواد العضوية ذات الرطوبة العالية. تتشابه الفطريات في اطوارها التكاثرية بينما تتشابه مع بعض الكائنات في اطوارها الحيوانية . وهي عبارة عن كتل من السيتوبلازم عديدة الانوية تعرف باسم بلاذموديوم Plasmo-dium

ولم يعد الاهتمام بدراسة فطريات العفن مقصورا علي المهتمين بعلم الفطريات وحدهم ، بل استرعت اهتمام المشتغلين بعلوم الخلية، الكيمياء والفيزياء الاحيائية ، خاصة وان بعضا منها يستعمل كادوات بحثية في المعامل لدراسة بعض الظواهر البيولوجية اما من الوجهة المباشرة فلا تعتبر الفطريات الهلامية ذات اهمية اقتصادية .

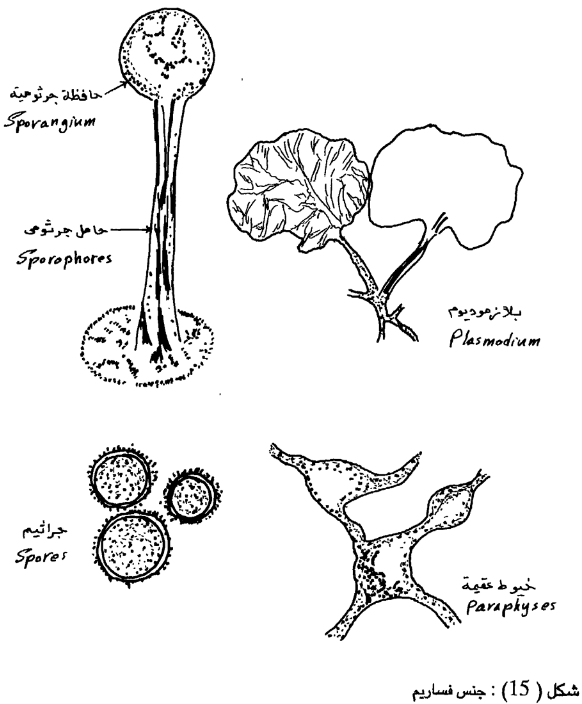
ينتمي الي هذه الطائفة اكثر من 418 نوعا تنتمي الي عدد من الاجناس الفطرية اهمها جنس فساريم *Physarum* حيث يحتوي حوالي مائة نوع من الفطريات الهلامية اهمها فساريم بولي سفاليم *Physarum Polycephalum* وفساريم سناريم *Phy-sarum cinereum*. تستعمل كل منها في كثير من الدراسات الوراثية والفسيولوجية وتوجد انواع هذا الجنس نامية في عدد من الاوساط الطبيعية لجذوع الاشجار واغصانها الميتة والاعشاب كما تتواجد علي اجزاء النباتات الحية .

وتظهر كمستعمرات يبلغ قطرها بضع اقدام وتبدو تلك المستعمرات ذات لون ضارب الي الزرقة وقد تكون ظاهرة تماما .

وعند فحص البلازموديوم مجهريا تشاهد حركة البروتوبلازم في العروق الرئيسية للبلازموديوم ، كذلك عند فحص الطور التكاثري في الحافظة الجرثومية المحموله علي سويق يلاحظ وجود غلاف الحافظة وعند تعرضها للكسر يلاحظ بها وجود الخيوط العقيمة (شكل 15) .

طائفة الفطريات الرخوة الداخلية (البلازموديوفورية)

Class : Plasmodiophoromycetes (Endoparasitic slime moulds)



شكل (15) : جنس فساريم
Physarum

الفطريات البلازموديوفورية هي طفيليات داخلية التطفل علي النباتات الوعائية والطحالب والفطريات . وهي تسبب تضخما غير عادي لخلايا العائل يعرف باسم التزايد الحجمي او التضخم Hypertophy (Hyper = فوق و Tropa = غذاء)، ينتج عن تضخم الاجزاء المصابة للعائل تمزق العناصر الوعائية في النباتات الراقية ينجم عنه تقزم عام Dwarfing للعائل وموته في مرحلة مبكرة .

يمثل البلاذموديوم داخل خلايا العائل الطورالخضري (الجسدي) للفطريات البلازموديوفورية ، وتعطي البلازموديات حوافظ تحتوي علي جراثيم سابحة او تنتج مباشرة جراثيم ساكنة تتكون نتيجة لشق البلازموديوم الي اجزاء وحيدة النواة . ولا تتكون اجسام ثمرية ، ولكن تتحد الجراثيم في بعض الانواع وتكون كرات او اقراص جرثومية ، وتتحرر خلية سابحة واحدة عند انبات كل جرثومة ساكنة وتحمل كل من الخلايا والجراثيم السابحة سوطين اماميين من الطراز الكرباجي Whiplash .

يتطفل كثير من الانواع البلازموديوفورية علي طحالب المياه العذبة مثل طحلب فوشيريا *Vaucheria* اوعلي الفطريات المائية مثل فطر سابرولجنيا *Saprolegnia* وفطر البيثيم *Pythium* ، كما تتطفل انواع اخري علي النباتات الوعائية مثل الكرنب والبطاطا .

تتضمن الفطريات البلازموديوفورية رتبة واحدة هي البلازموديوفورالات Plasa-modiophorales : Order التي لا تحتوي الا فصيلة واحدة هي الفصيلة البلازموديوفورية Family : Plasmodiophoraceae التي تشبه الفطريات الهلامية من حيث وجود بلازموديوم ولكن لا تكون اجساما ثمرية عند انتاج الجراثيم السابحة وان الجدر الجرثومية تبدو خالية من السليولوز .

هذا وقد عرفت بهذه الفصيلة عشرة اجناس هي بلازموديوفورا *Plasmodio-phora* . سبونجوسبورا *Spongospora* ، تتراميكسا *Tetramyxa* ، اوكتوميكسا *Octomyxa*، سوروسفيرا *Sorosphaera* وسوردويسكس *Sordiscus*

ليجنيرا *Ligniera* ، ورونينا *Woronina* ، بوليميكسا *Polymyxa* ممبرانوسورس *Membranosorus* ويجري تمييزها حاليا علي اساس انتظام الجراثيم الساكنة .

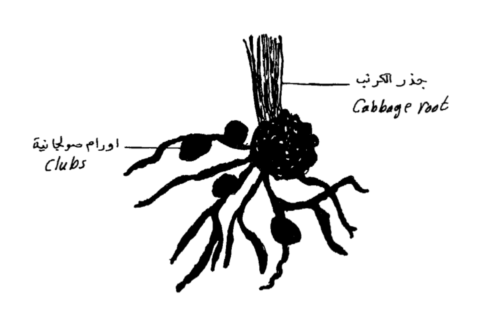
من هذه الاجناس لا يوجد سوي جنسين فقط يعدان من ذوات الاهمية الاقتصادية وهما بلازموديوفورا *Plasmodiophora* ويسبب احد انواعه بلازموديوفورا برسيكا *Plasmodiophora brassica* مرض الجذر الصولجاني الذى يصيب الكرنب Club root of Cabbage (شكل 16) وعلي شاكلته من نباتات مزروعة او تنمو بريا . والثاني جنس سبونجوسبورا *Spongospora* حيث يسبب احد انواعه سبونجوسبورا سيبترنيا *Spongospora subterranea* مرض الجرب المسحوقي Powdery scab لدرنات البطاطا .

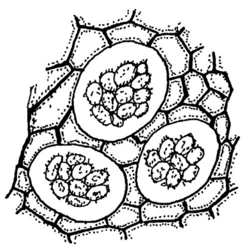
دورة حياة فطر بلازموديوفورا برسيكا

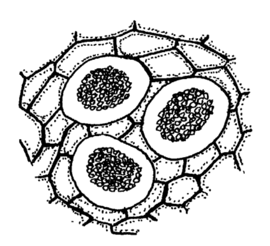
Plasmodiophora brassica

يصيب نبات الكرنب Cabbage مسببا مرض الجذر الصولجاني club of root وعادة تتم دورة حياة فطر بلازموديوفورا برسيكا *Plasmodiophora brassica* في كل من التربة ومنطقة القشرة Cortex لنبات الكرنب حيث يوجد البلازموديوم في خلاياالقشرة ويكون عديد الانوية وليس له جدار خلوي خاص به وفي الطور الاخير له يحدث تشقق حول كل نواة نتيجة انفصال وتكوين جراثيم ساكنة Aplanospores .

في التربة تنبت الجراثيم الساكنة بواسطة انبوبة انبات لتنمو مكونة كل منها خلية اميبية هلامية وحيدة النواة لتخترق الشعيرات الجذرية للعائل وتتكشف بداخلها الي بلازموديومات احادية المجموعة الصبغية وبعد ان يصل البلازموديوم الي حجم معين ، يكون محددا لدرجة كبيرة بحجم خليه العائل يتشقق عادة الي اجزاء وحيده النواة ، يحاط كل جزء بغشاء ويتكشف الي جراثيم سابحه Zoospores تتحرر الجراثيم السابحه الي خارج العائل عن طريق حليمه اخراج علي الحافظة الجرثومية وثقوب ذائبة في جدار العائل







شكل (16) : جنس بلازموديوفورا برسيكا
Plasmodiophora prassica

لتصيب العائل مره اخري لتعيد دوره الحياه او انها تسلك مسلك الامشاج Gametes المتحركة فتندمج في ازواج وتصيب العائل كلقاحات (شكل 17) .

وتشقق بعض البلازموديومات الي اجزاء وحيدة النواه تفرز جدارا خلويه وتتحول الي جراثيم ساكنه بدلا من تكشفها الي حوافظ جراثيم سابحة ولا يمكن التمييز بين هذه البلازموديومات وبين تلك المنتجة لحوافظ جراثيم سابحة حتي يتم التشقق ، ويعتقدان البلازموديومات التي تتكشف عند باكورة الاصابة تنتج حوافظ جراثيم سابحة ، اما تلك التي تتكشف فيما بعد فتنتج جراثيم ساكنة .فهل تتحكم البيئة اذن في طراز التركيب الذي ستنتجه البلازموديومات ؟ ويعتقد البعض الاخر ان البلارموديومات المنتجة لحوافظ الجراثيم السابحة تكون احادية المجموعة الصبغية في حين تكون تلك المنتجة للجراثيم الساكنة ثنائية المجموعة الصبغية .

تحت قسم ايو ميكوتينا (الفطريات الحقيقية)

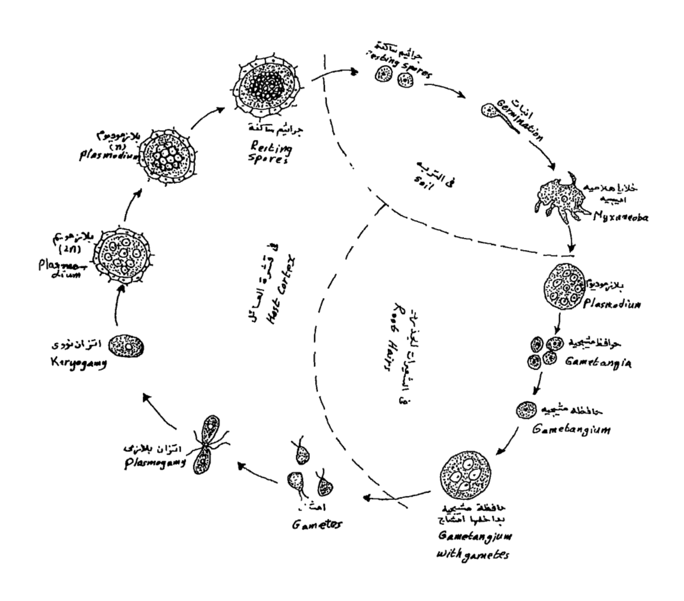
Subdivision :Eumycotinae (True Fungi)

معظم الفطريات الحقيقية كائنات خيطية تتكون ثالوساتها الجسدية (الخضرية) من خيوط فطرية (هيفات) ، الا قله ذات الطرز البدائية تكون وحيدة الخلية . ولجميع الفطريات الحقيقية جدر خلوية ونويات محددة ومشابهة لمثيلاتها في الطرز الراقية من الحياة .

والفطريات الحقيقية خالية تماما من البلاستيدات الخضراء ، ذات هيفات فطرية مقسمة او غير مقسمة ، محددة بجدر خلوية كيوتينية او سليولوزية اوخليط بينهما. بالاضافة الي مواد عديدة التسكر , البروتين ,الدهون واصباغ الميلانين .

ومعظم الفطريات الحقيقية كائنات مترممة او متطفلة او متكافلة وتخزن المواد الغذائية في صورة زيوت او جليوكوجين ، كما ان لها المقدرة علي افراز كم هائل من الانزيمات المختلفة التي تختلف باختلاف البيئات التي تنمو عليها .

وتعتبر الفطريات الحقيقية واسعة الانتشار في الطبيعة ولها الكثير من التاثيرات



شكل (17) : دورة حياة فطر بلازموديو فورا برسيكا.

Life cycle of *plasmodiophora brassica*

الاقتصادية المختلفة من اهمية واضرار . فهي تلعب دورا هاما في عملية انتاج المضادات الحيوية والاحماض العضوية والتحولات الستروييدية فضلا عن عمليات التخمر الكحولي وغيرها كما تتسبب في كثير من الاضرار الاقتصادية المتباينة نتيجة تطفلها والحاقها لكثير من الامراض للنبات ، الحيوان والانسان وافرازها لانواع مختلفة من السموم الفطرية Mycotoxins .

ومن الاسئلة التي لم تجد حتي الان جوابا هو ما مدي الزمن الذي استوطنت الفطريات فيه الارض او الكيفية التي نشأت بها ؟ وقد اكتشفت بعض بقايا حفرية للفطريات ، الا ان الدراسات علي الحفريات الفطرية تعد ضئيلة للغاية بحيث يصعب الوصول الي استنتاجات محددة . ويعتقد بعض المهتمين حاليا بعلم الفطريات ان منشأها وحيد وهو الطحالب الخضراء ، ويعتقد البعض الاخر انها متعددة الاصول من مجاميع طحلبية مختلفة . بل ان هناك اخرين يعتقدون ان المنشأ هو البروتوزي الوحيد او المتعدد الاصول . ويعتبر علماء النبات ان الوسط المائي بوجه عام اكثر بدائية من الوسط الارضي ، وعليه فان الفطريات المنتجة لتراكيب متحركة مثل الجراثيم السابحة Zoospores او الامشاج المتحركة Motile gametes والمعتمدة علي الماء في وظائفها اكثر بدائية من تلك التي لا تكون تراكيب متحركة .

كما اعتبر كثير من العلماء والمشتغلين بعلوم الفطريات ان الفطريات المتطفلة اكثر رقيا من الرميات ، والطفيليات الاجبارية اكثر رقيا من الاختيارية ، والطفيليات الاعلي تخصصا تعد اكثر رقي من الانواع الاقل تخصصا .

يحتوي تحت قسم اليوميكوتينا Eumycotina علي عدد من الطوائف هي :

1 – طائفة الفطريات المائية وحيدة الخلية (الكيتريدية)

Class : Chytridiomycetes

2 – طائفة الفطريات البيضية

Class : Oomycetes

3 – طائفة الفطريات التزاوجية

Class: Zygomycetes

4 – طائفة الفطريات الزقية (الكيسية)

Class : Ascomycetes

5 – طائفة الفطريات البازيدية

Class : Basidiomycetes

6 – طائفة الفطريات الناقصة

Class : Deuteromycetes

7 — طائفة الفطريات العقيمة

Class : Mycelie sterilia

هذا والطوائف الثلاث الاولي بالاضافة الي الفطريات الهلامية Silme moulds تنسب غالبا الي الفطريات الدنيئة ، وينتج الكثير منها جراثيم او امشاجا متحركة وكلما انتقلنا من الطرز الاكثر بدائية الي الاكثر رقيا ومن الاوساط المائية الي الارضية نجد اتجاها من الحافظة الجرثومية لانتهاج مسلك الجرثومة الكونيدية ولا تلبث ان نصل الي الطرز الراقية التي تحل فيها الجراثيم الراقية كلية محل الحوافظ الجرثومية .

اسس تصنيف الفطريات الحقيقية :

يعتمد تصنيف الفطريات الحقيقية علي صفتين اساسيتين وهما :

1 – انقسام الخيط الفطري او عدم انقسامه

Ascospores اوبازيدية Basidiospores وغيرها .

وعلي هذا الاساس فانه حينما قسمت الفطريات الحقيقية الي طوائفها السبع سالفة الذكر اعتمد ذلك علي الصفتين المذكورتين .

1 – الفطريات الكيتريدية (الفطريات المائية وحيدة الخلية)

أ – تفتقر بعض انواعها الي غزل فطري حقيقي ويوجد في بعض الانواع الاخري غزل فطري جذري بينما يوجد غزل فطري حقيقي وذلك في انواعها الراقية ذات الحواجز الكاذبة ذوات التركيب الكيميائى وهو يختلف عن مثيله في جدر الخيوط الفطرية التي تترسب فيها علي فترات .

ب – التناسل الجنسي يتم بالاندماج بين امشاج متحركة ، وتتكون بوجه خاص حوافظ جرثومية مغلظة الجدر .

2 – الفطريات البيضية

أ – الغزل الفطري غير مقسم Coenocytic

ب –التكاثر الجنسي يتم بتكوين جراثيم بيضية Oospores

3 – الفطريات التزاوجية

أ . الغزل الفطري غير مقسم

ب . التكاثر الجنسي يتم بتكوين جراثيم تزاوجية(زيجوتية) Zygospores

4 – الفطريات الزقية (الاسكية) او الكيسية

أ . الغزل الفطري مقسم بحواجز Septa

ب – ينتج عن التكاثر الجنسي للفطريات الزقية تكوين جراثيم زقية Ascospores داخل كيس خاص يسمي الزق Ascus

5 – الفطريات البازيدية

أ – الغزل الفطري مقسم بواسطة جدر مستعرضة (حواجز)

ب – تتكون جراثيمها الجنسية خارج تركيب خاص صولجاني الشكل يعرف بالبازيدة Basidium ويطلق علي الجراثيم اسم الجراثيم البازيدية Basidiospores

6 – الفطريات الناقصة

أ . الغزل الفطري يكون مقسما داخليا بواسطة جدر مستعرضة

ب . تختلف عن الفطريات السابقة في ان دورة حياتها ناقصة فلم يعرف بها التكاثر الجنسي حتي الان .

7 – الفطريات العقيمة

أ . الغزل الفطري مقسم بجدر مستعرضة

ب . تتكاثر خضريا فقط بواسطة الخيوط الفطرية .

طائفة الفطريات المائية وحيدة الخلية (الكيتريديه)

Class : Chytridiomycetes

هذه الفطريات تتميز بوجود جراثيم متحركة Zoospores لكل منها سوط خلفي فقط من النوع الكرباجي Whiplash . ذات جدار خلوي كيوتيني وتوجد بكثرة في الاوساط المائية الا ان بعض الانواع قد توجد في التربة .

والفطريات الكيتريدية الاكثر بدائية وحيدة الخلية فلا يكون لمثل هذه الفطريات غزل فطري وقد تفتقر مثل هذه الفطريات الي وجود جدارخلوي في المراحل المبكرة من نموها ومثل هذه الطرز قد تعزل احيانا في طائفة خاصة تعرف بالفطريات الاولية Protomy-cophyta .

وتنتج الانواع الاكثر رقيا الي حد ما اشباه جذور Rhizoides قليلة تستغل

لتثبيت الثالوس الوحيدة الخلية ، كما تنتج بعض الانواع غزلا فطريا جذري -Rhizom ycelium غزير التفرع وهو مجموعة ممتدة من خيوط شبيهة بالخيوط الفطرية ولا تحتوي عادة علي انوية ، ومازال هناك من الطرز الاكثر رقيا ما تنتج غزلا فطريا يتمثل فقط بفروع من خيوط فطرية قصيرة وقليلة . اما اكثر الفطريات الكيتريدية رقيا فلها ثالوس من غزل فطري حقيقي ، وان الخيوط الفطرية لمثل هذه الانواع التي تكون عادة مدمجة خلويا وكذلك فان حاجزا يتكون بانتظام عند قاعدة كل عضو تناسلي ، وبالاضافة الي ذلك فقد يتكون للغزل الفطري للفطريات الكيتريدية الراقية حواجز كاذبة False septa وهي تتكون من فواصل شبه حاجزية ذات تركيب كيميائي يختلف عن مثيله في جدر الخيوط الفطرية التي تترسب فيها علي فترات .

التكاثر اللاجنسي

كما هو الحال في معظم الفطريات الدنيئة فان الحافظة الجرثومية هي التركيب التكاثري الاجنسي في الفطريات الكيتريدية . وتمتليء الحافظة الجرثومية عندما تكون صغيرة ببروتوبلازم يحتوي علي عدة نويات ، وياخذ البروتوبلازم باكمله عند اكتمال نضجه في الانشقاق الي عدة شرائح صغيرة تكون كل واحدة منها جرثومة سابحة وحيدة النواة ذات سوط واحد من النوع الكرباجي Whiplash. بعد تحررها لفترة ما يحدث لها ان تتحوصل بعد ان تفقد سوطها خلال هذه العملية . بعد فترة سكون قد تطول او تقصر تنبت الجرثومة الساكنة لتكون فطرا جديدا .

التكاثر الجنسي

يتم التكاثر الجنسي في الفطريات الكيتريدية باحدي الطرق التالية :

1 – تزاوج امشاج متحركة

أ . تزاوج بين امشاج متحركة متشابهة Isogametes

وفيها يكون المشيجان متشابهين شكليا ومختلفين فسيولوجيا ويتحدان في الماء لتكوين اللاقحة Zygot متحركة ويحدث التزاوج في بعض الانواع بين امشاج ناشئة من

نفس الحافظة المشيجية ومن امثلة الفطريات المنتجة لامشاج متحركة ومتسابهة فطر سنكيتريم اندوبيوتكم *Synchytrium endobioticum*.

ب – تزاوج بين امشاج متحركة متباينة Anisogametes.

وفيه يكون احد المشيجين المتحركين اكبر من الاخر بكثير ، ويتم التزاوج في الماء وتتكون لاقحة متحركة ومثل هذا الطراز من التناسل لا يوجد الا في بعض رتب البلاستوكلاديالات Order : Blastocladiales

ج – اخصاب يتم بين مشيج انثوي غير متحركة (بيضة Ovum) ومشيج ذكري متحركة (سابحة ذكرية Spemata)

وفيه تتحرك الامشاج الذكرية من الحوافظ المشيجية المذكرة (الانتريدات Antheridia) في الماء الي ان تصل الي الحوافظ المشيجية المؤنثة (الاووجونات Oo-gonia) حيث تنفذ سابحة ذكرية الي داخل الاووجونة ويتم الاخصاب Fertilization مع البويضة لتكوين اللاقحة ومثل هذا الطور من التناسل يتم في عدد من الاجناس الكيتريدية مثل جنس المونوبليفرس *Monoblepharis*.

2 – تزاوج الحوافظ الجنسية

يتم هذا النوع من التزاوج في الفطريات الكيتريدية بانتقال البروتوبلازم باكمله من حافظة جنسية الي اخري .

تصنيف الفطريات الكيتريدية

تصنف الفطريات الكيتريدية الي ثلاث رتب علي اساس تراكيبها الجسدية والتكاثرية وهي :

1 – رتبة الكيترديلات

Order : Chytridiales

2 – رتبة الهيروبوكيتريديلات

Order : Haropochytridiales

3 – رتبة البلاستوكلادياﻻت

Order : Blastocladialas

تعد رتبتي الكيتريديلات والبلاستوكلاديلات من اهم هذه الرتب .

رتبة الكيتريديلات

Order : Chytridiales

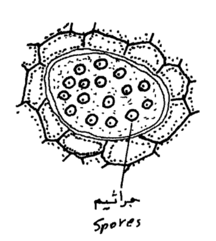
تفتقر هذه الرتبة الي غزل فطري حقيقي بينما يوجد في بعض انواعها غزل فطري جذري . تحتوي هذه الرتبة علي عدد من الفصائل اهمها الفصيلة السنكيتدياسية Fami-ly : Synchytridiaceae، والتي تحتوي علي ثلاثة اجناس فطرية تتواجد في الاوساط المائية وبعضها قد يتواجد في التربة كما تتطفل بعض انواع هذه الرتبة علي عدد من النباتات علي سبيل المثال فطر سنكاتريم اندوبيتكم *Synchytrium endobioti-cum* حيث يسبب مرض التثألل الاسود لدرنات البطاطا Potato black wart dis-ease (شكل 18) حيث تظهر خلايا العائل المصابه اكبر حجما من الخلايا السليمة لان هذا الفطر يسبب زيادة حجم الخلايا Hypertrophy وزيادة في عدد الخلايا Hyper-plasia.

رتبة البلاستوكلاديالات

Order : Blastocladialas

الغزل الفطري لافراد هذه العائلة جيد التكوين غزل فطري حقيقي ويتم التناسل الجنسي بالاندماج بين امشاج متحركة وتتكون بوجه خاص حوافظ جرثومية مغلظة الجدر





شكل (18) : جنس سنكاتريم اندوبيتكم.
.Synchytrium endobioticum

. توجد معظم انواعها في البيئات المائية علي وجه الخصوص وقلة قد تتواجد في التربة .
تحتوي هذه الرتبة علي ثلاث فصائل اهمها الفصيلة البلاستوكلادية Family : Blas-tocladiaceae ومنها جنس الوميسيس *Allomyces* حيث تتميز التركيب الثالوسي لفطريات هذه الفصيلة الي ثلاثة اجزاء رئيسية (شكل 19) وهي

1 – اشباه الجذور المتفرعة Branched rhizoides التي تمكن الفطر من تثبيت نفسه في الوسط الذي ينموعليه

2 – منطقة الجذع Slender trunk like body

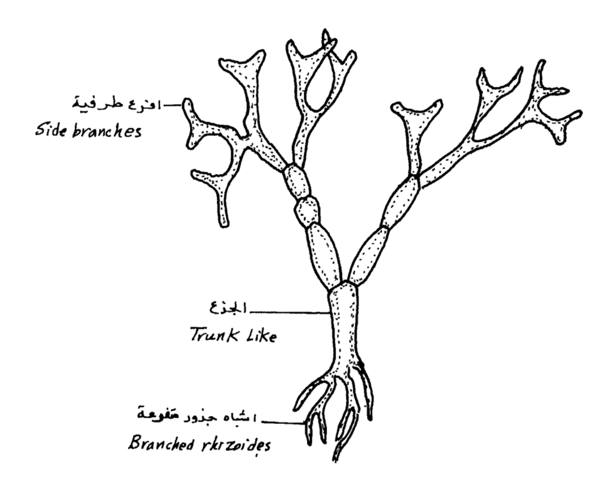
3 – الافرع الطرفية العديدة Numerous side branches التي تتكون عليهاالتراكيب التكاثرية .

طائفة الفطريات البيضية

Class : Oomycetes

تعرف مجموعة الفطريات البيضية بالفطريات المائية Aquatic fungi وتتميز بانتاج جراثيم لاجنسية سابحة ثنائية الاسواط ، احدهما امامي من النوع الريشي Tin-sel والاخر خلفي من النوع الكرباجي Whiplash وتتولد الجراثيم السابحة في حوافظ جرثومية متعددة الطرز كما تتعدد طرز الجراثيم السابحة فقد تنتج جراثيم اولية كمثرية الشكل وثانوية بشكل الكلية . واغلب الفطريات البيضية انواع مائية ، وقد تعيش بعض انواعها في التربة بشرط ان تكون رطبة .

اكثر الفطريات البيضية رقيا هي طفيليات اجبارية ارضية تقضي جميع دورة حياتها علي عائلها وتعتمد علي الرياح لانتشار جراثيمها او حوافظها الجرثومية الشبيهة بالجراثيم . الا ان انتاج الجراثيم يسود في مثل هذه الفطريات مما يعد دليلا علي سالف حياتها المائية .



شكل (19) : جنس الوميسيس .
Allomyces

وتتفاوت التراكيب الجسدية (الخضرية) في طائفة الفطريات البيضية من ثالوس وحيد الخلية بدائى الي غزل فطري غزير التفرع ينمو بسرعة فيما يحيط به من منبت كما توجد التراكيب اللاجنسية في غالبية الانواع وتنتج الجراثيم السابحة في الطائفة جميعها فيما عدا اكثر الانواع رقيا التي تتخذ فيها الحافظة الجرثومية ذاتها وظيفة جرثومة ، فتنبت مباشرة بواسطةانبوبة انبات لتعطي غزلا فطريا جديدا .

التكاثر الجنسي في هذه الطائفة متباين الحوافظ المشيجية ففي الطرز البدائية يقوم الثالوس باكمله بوظيفة الحافظة المشيجية ويعد تكوين الجراثيم البيضية Oos-pores سمة جميع الانواع باستثناء اكثر الانواع بدائية . وتنشأ الجراثيم البيضية ويكتمل نضجها داخل الاووجونة ويتميز الجزء المركزي من الاووجونة الي بيضة او اكثر تكون عادة وحيدة النواة ، عندما يكتمل نضجها . في بعض الطرز تكون عديدة الانوية وتعرف حينئذ بالبيضة المركبة .

وتتضمن طائفة الفطريات البيضية اربع رتب هي:

1 – رتبة السابرولجينالات

Order : Saprolegniales

2– رتبة البيرونوسبورالات

Order : Peronosporales

3 – رتبة لاجينديالات

Order : Lagenidiales

4 – رتبة ليبتومايتلات

Order : Leptomitales

هذا وسنتناول منها رتبتين وهما رتبة السابرولجينالات والبيرونوسبورالات .

رتبة السابرولجينالات

Order : Saprolegniales

يستعمل عادة لفظ عفن الماء للدلالة علي السابرولجينالات ولو ان هذا اللفظ قد يمتد ليشمل عددا غيرها من المجموعات الفطرية ، ذلك لان معظم السابرولجينالات تتواجد بكثرة في المياه الصافية ومن اليسير عزلها منها الا ان انواعا كثيرة تتواجد في التربة الرطبة .

تعيش غالبية السابرولجينالات مترممة وقلة تعد متطفلة Parasites فتسبب بعض انواع السابرولجينيا *Saprolegnia* مثل سابرولجنيا بارازيتيكا *Saprolegnia parasitica* امراضا للاسماك وبيضها مما ينتج عنه اضرار كبيرة لمفرخات الاسماك التجارية كما يحتوي جنس افانوميسيس *Aphanomyces* علي عدة طفيليات تتسبب في تلف جذور بعض النباتات الوعائية وكذلك تسبب امراضا خطيرة لنباتات سكر البنجر والبسلة وغيرها من المحاصيل ذات القيمة الاقتصادية .

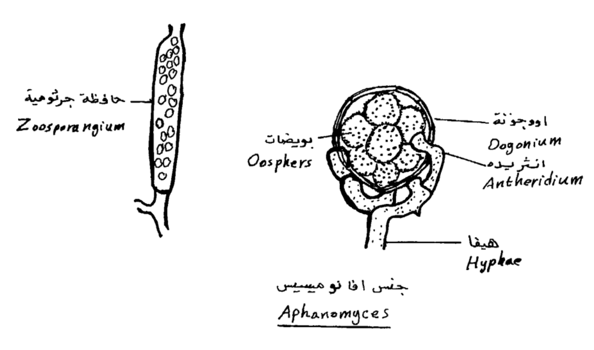
الفصيلة السابرولجينية

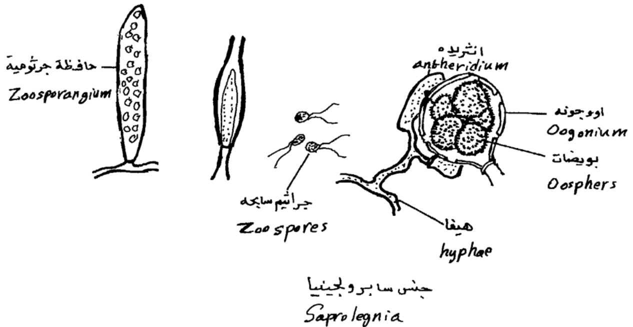
Family : Saprolegniaceae

تعدالفصيلة السابرولجينية من اكثر الفطريات المائية الواسعة الانتشار فتوجد في غالبية المياه العذبة وتستطيع بعض انواعها احتمال درجات معينة من الملوحة عند مصب الانهار التي لاتزيد الملوحة بها عن 2.8 ٪ . اما الملوحة الزائدة عن ذلك فتعمل علي الحد من انتشار تلك الفطريات . كما انها تتواجد بكثرة في التربة الرطبة .

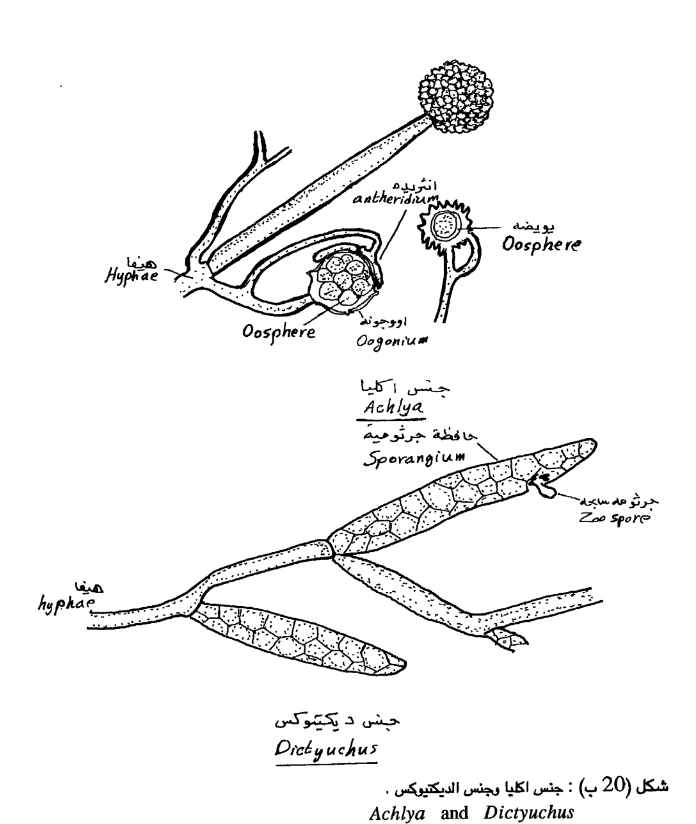
تحتوي الفصيلة السابرولجينية على 14جنسا اهمهاالافانوميسيس *Apyhanomyces* ، الاكليا *Achlya* السابرولجينيا *Saprolegnia* الديكتيوكس *Dictyuchus* (شكل 20 أ ، ب)

وتتميز هذه الفصيلة بغزل فطري غير مقسم (مدمج خلوي) غزير التفرع ذي جدر





شكل (20 أ) : جنس افانوميسيس وجنس السابرولجينيا.
Aphanomyces and *Saprolegnia*



شكل (20 ب) : جنس اكليا وجنس الديكتيوكس .

Achlya and *Dictyuchus*

سليولوزية ولا تتكون حواجز في الغزل الفطري على الاطلاق الا تحت الاعضاء التكاثرية فقط ، فتفصلها بذلك عن الخيوط الفطرية الجسدية .

التكاثر اللاجنسي

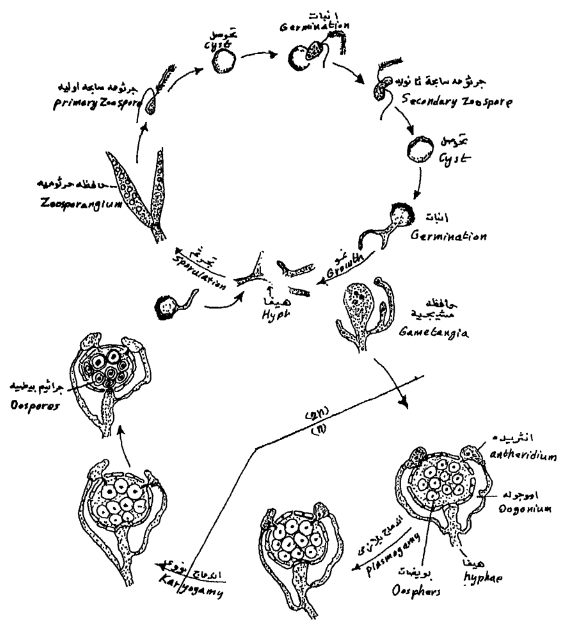
تنتج افراد الفصيلة السابرولجينية حوافظ جراثيم سابحة طرفية طويلة اسطوانية ذات قطر اكبر من قطر الخيوط الفطرية . وعادة تمتليء هذه الحوافظ ببروتوبلازم غزير وتكون الحوافظ الجرثومية في كل الاحوال طرفية .

وتظل الحوافظ الجرثومية في الفصيلة السابرولجينية متصلة بالخيوط الجسدية طوال حياتها ، بل و تظل كذلك بعد تفريغ جراثيمها باستثناء جنس ديكتيوكس *Dictyuchus* حيث تتساقط الحوافظ الجرثومية من الخيوط الفطرية عند اكتمال نضجها .

يوجد طرازان للجراثيم السابحة في هذه الفصيلة ، جراثيم اولية تكون كمثرية الشكل قمية السوط وجراثيم سابحة ثانوية كلوية الشكل وتحمل سوطين متضاربي الاتجاه عند الجانب المقعر منها كما في جنس السابرولجينيا *Saprolegnia* (شكل 21) .

وتعرف الانواع التي تنتج طرازا واحدا من الجراثيم السابحة باحادية الشكل Monomorphic اما تلك المنتجة لطرازين من الجراثيم السابحة فتعرف بثنائية الشكل Dimorphic .

ويختلف سلوك الجراثيم باختلاف الاجناس وبالتالي فهي صفة تصنيفية هامه جدا . ففي جنس السابرولجينيا *Saprolegnia* والافانوميسيس *Aphanomyces* فانها تنتج على التوالي طرازين من الجراثيم حيث تتحرر من الحافظة الجرثومية سابحة اولية تتحوصل بعد ان تسبح لفترة ما الا ان الحويصلة تعطي جرثومة ثانوية بدلا من انباتها بانبوبة انبات ، تسبح بدورها لفترة سباحة ثانية ثم تتحوصل وتنبت بواسطة انبوبة انبات. وتعرف مثل هذه الظاهرة للانواع التي تحدث فيها فترتان سابحتان بظاهرة ازدواج الفترات السابحة Diplanetism



شكل (21) : دورة حياة فطر سابرولجينيا.

. Life cycle of *Saprolegnia*

و قد تكون الفترتان السابحتان طويلتين كما يحدث في السابرولجينيا *Sapro-legnia* اما في اكليا *Achlya* فتوجد فترة السباحه الاولي . اما في جنس الدكتيوكس *Dictyuchus* فلا تتحرر جراثيم سابحه اولية وانما تتحول داخل الحافظة الجرثومية ثم تتحرر من كل منها جرثومه سابحة ثانوية . تسبح لفترة ما ثم تتحوصل وتتحرر من كل حويصلة جرثومية سابحه تاخذ بدورها في السباحه ثم تتحوصل وقد تتكرر هذه العملية عده مرات وتسمي مثل هذه الظاهره بتعدد الفترات السابحه Polyplane-tism .

بجانب ماتنتجه الفصيلة السابرولجينيه من حوافظ جرثومية فهناك طريقة اخري للتكاثر اللاجنسي وذلك بواسطة انتاج الجراثيم الكلاميدية Chlamydospores والتي تسمى احيانابالجيمات Gammae وهي تكون عادة طرفية وقد تتواجد مفردة او في سلاسل حيث تنفصل بعد اكتمال نضجها وتنبت بواسطة انبوبة انبات تنمو بدورها لتكون خيطا فطريا جديدا .

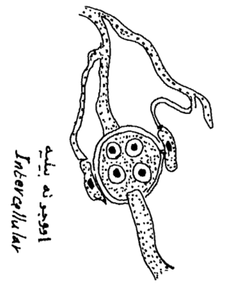
التكاثر الجنسي

يحدث التكاثر الجنسي في الفصيلة السابرولجينيه بتلامس الحوافظ المشيجية وانتقال الامشاج المذكرة الي الحوافظ المشيجية عن طريق انبوبة اخصاب .

وتكون الاعضاء الجنسية عادة طرفيه ولكن قد تكون كذلك اووجونات بينية (شكل 22) واللاووجونة عادة كروية الشكل تحتوي علي بيضة او اكثر مستديرة الشكل وحيدة النواة ، اما الانثريدات مستطيلة الشكل عديدة الانوية فتنشأ علي نفس فرع الخيط الفطري المتصلة به الاووجونة ، او علي اي فرع مختلف او ثالوس اخر وعادة تتصل بالاووجونة انثريدة او اكثر .

تخترق الانثريدة الاووجونة وتتفرع بداخلها وترسل بفروع لكل بيضة وعندئذ تنتقل نواة واحدة من الانثريدة خلال انبوبة اخصاب الى كل بيضة وتندمج مع محتوياتها ليتم الاخصاب وتحاط البويضات المخصبة بجدر سميكة ثم تتحول الي جراثيم بيضية Oos-pores تختزن المدخرات الدهنية وتنبت الجرثومة البيضية بعد فترة سكون بواسطة

اووجونة طرفية
Terminal



شكل (22) : وضع الاووجونه فى سابرولجينيا .
Saprolegnia oogonium position

انبوبة انبات لتكون خيطا فطريا جديدا ، كما في جنس سابرولجينيا *Saprolegnia* (شكل 21) .

غالبية افراد الفصيلة السابرولجينية تنتج الانثريدات والاووجونات علي نفس الثالوس اي خنثي بينما قلة منها تكون ثنائية المسكن .

رتبة البيرونوسبورالات

Order : Peronosporales

تعتبر رتبة البيرونوسبورالات واحدة من اكبر الرتب الفطرية ، فينتمي اليها العديد من الانواع الفطرية المسببه لعدد من الامراض الفطريه للنباتات الوعائية ومن اهم هذه الامراض :

1 – تساقط البادرات Damping-off

2 – عفن الجذور Root rot

3 – العفن الطري Soft rot

4 – الصدأ الابيض White rust

5 – البياض الزغبي Downy mildew

6 – اللفحة المتاخرة Late blight

يكون الغزل الفطري في البيرونوسبورالات تام التكوين وهو عبارة عن خيوط فطرية قوية غزيرة التفرع ذات مدمج خلوي ، ينتج عددا كبير من انواع هذه الرتبة ممصات شبيهة بالعقدة او مستطيلة متفرعة داخل خلايا العائل لحصول الخيوط الفطرية علي المواد الغذائية .

تحتوي رتبة البيرونوسبورالات علي العديد من الانواع الفطرية المائية والارضية والمتطفلة وعادة تنمو الخيوط الفطرية للانواع المتطفلة بين خلايا العائل او بداخلها الا ان الخيوط الفطرية لاكثر الطفيليات تخصصا تنمو بين خلايا العائل .

التكاثر اللاجنسي

يتشابه التكاثر اللاجنسي مع نظيره في السابرولجينالات وذلك في انتاج الجراثيم السابحة من الحوافظ الجرثومية ويغلب في اكثر انواع البيرونوسبورالات الشكل البيضي او الليموني للحافظة الجرثومية عن المستطيل وتتساقط الحافظة الجرثومية عند اكتمال نضجها ، بالرغم من انه في انواع البيرونوسبورالات الدنيئة تظل علي الخيوط الفطرية الجسدية دون انفصال .

وعادة تعتمد الحوافظ الجرثومية علي الرياح في انتشارها ، وتعمل الحافظة الجرثومية كالجرثومة ذاتها فتنبت بواسطة انبوبة انبات بدلا من انتاجها لجراثيم سابحة . ولكن غالبية الانواع تنتج جراثيم سابحة كلوية الشكل ثنائية الاسواط واحادية الفترة السابحة ، فعند تحررها من الحافظة الجرثومية تاخذ في الحركة فترة ثم تتحوصل وتنبت بواسطة انبوبة انبات لتعطي غزلا فطريا جديدا .

التكاثرالجنسي

يتم التكاثر الجنسي في البيرونوسبورالات عن طريق تكوين اووجونات كروية الشكل غالبا وانثريدات يتميز بعضها عن بعض تماما وعادة ينتج كل منهم علي نفس الخيوط الفطرية او خيوط فطرية مختلفة . تحتوي الاووجونة فيما عدا قلة علي بيضة واحدة احادية النواة او عديدة النوي .

عند اكتمال تلامس الحوافظ المشيجية تنشأ انبوبة اخصاب لتندفع خلال الجدار الاووجوني وتصل الي البيضة وتنتقل عندئذ النواة او النويات الذكرية خلالها لتفرغ في البيضة فاذا كانت الاووجونة وحيدة النواة اندمجت نواة ذكرية واحدة مع النواة الانثوية لتكوين اللاقحة . اما اذا كات البيضة عديدة النوي فقد تنشط نواة او اكثر من نوياتها ويجري تبعا لذلك تنظيم عدد النويات الذكرية التي سيتم بها الاخصاب ، ولذلك فان نواة لاقحية واحدة او عددا من النوي ثنائية المجموعة الصبغية هي التي تنتج علي التوالي وفقا ما اذا كان الاخصاب بسيطا او متضاعفا .

بعد عملية الاخصاب تكون البيضة المخصبة جدارا سميكا وتتحول الي جرثومة بيضية Oospore

توجد الجرثومة البيضية عادة غير ملتصقة داخل الجدار الاووجوني وقد تلتصق في بعض الانواع التصاقا تاما بالجدار كما في جنس سكليروسبورا *Sclerospora*. بعد انقضاء فصل الشتاء تنبت الجرثومة اما بانتاجها لجراثيم سابحة فتسلك بذلك سلوك الحافظة الجرثومية واما ان تنبثق منها انابيب انبات لا تلبث ان تنتج حوافظ جرثومية ، هذا ويختلف طرز الانبات بتباين الانواع الفطرية المختلفة.

تصنيف رتبة البيرونوسبورالات

يعتمد تصنيف رتبة البيرونوسبورالات في معظم الاحوال علي صفات الحوامل الجرثومية والحوامل الحافظية . وعادة تصنف هذه الرتبة الي ثلاث فصائل هي :

1 – الفصيلة البثيسية

Family : Pythiaceae

2 – الفصيلة الالبوجينية

Family : Albuginaceae

3 – الفصيلة البيرونوسبورية

Family : Peronosporaceae

ففى الفصيلة البثيسية تشبه الحوامل الحافظية الخيوط الفطرية الجسدية أو عندما تختلف عنها فانها تكون غير محددة النمو أما الفصيلة الالبوجينيه فأن الحوامل الحافظية فيها تختلف تماماً عن الخيوط الجسدية وتتوالد الحوافظ الجرثومية فى سلاسل على أطراف حوامل قصيرة صولجانيه الشكل أما فى حالة الفصيلة البيرونوسبورية فتختلف أيضاً الحوامل الحافظية عن الخيوط الفطرية الجسدية وتتوالد الحوافظ الجرثومية منفردة أو مجتمعة عن أطراف أشكال متنوعة من الحوامل الحافظية وتكون هذه الحوامل محدودة النمو.

الفصيلة البثيسية

Family : Pythiaceae

تتضمن الفصيلة البثيسية عددا كبيرا من الانواع الفطرية المسببة لامراض خطيره للنباتات الاقتصادية مثل امراض تساقط البادرات ، عفن الجذور ،العفن الطري واللفحة المتاخرة.

كما تتضمن هذه الفصيلة فطريات مائية وبرمائية وارضية ذات غزل فطرى تام التكوين وينتج ممصات فى بعض الانواع ويصعب فى غالبية الانواع التمييز بين الخيوط الفطرية الحاملة للحوافظ الجرثومية وبين الغزل الفطرى .وقد تتكون حوامل حافظية فى بعض الانواع ذات نمو غير محدود .

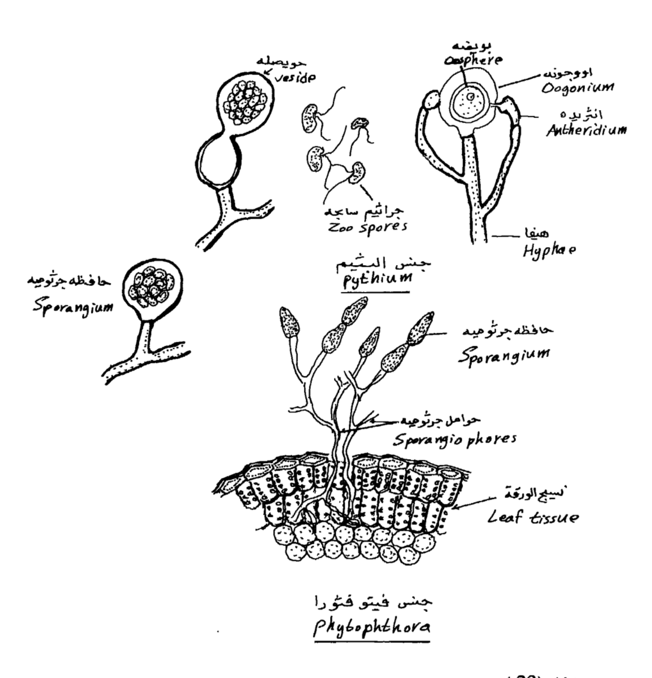
تظل الحوافظ الجرثومية فى معظم الانواع البثيسية متصلة بالخيوط الفطرية وتنتج جراثيم سابحة تتحرر عند اكتمال نضجها بينما فى اكثر الطرز رقيا تتساقط الحوافظ الجرثومية لتنبت كل منها بدلا من انتاجها لجراثيم سابحة .

تحوى الفصيلة البثيسية ثمانية اجناس حيث يعتبر كل من جنس البثيم *Py-tium* والفيتو فثورا *Phytophthora* اكثر الاجناس شيوعا (شكل 23) فيتضمن الجنس الاول بعض الانواع المتطفلة على الطحالب وعددا من الانواع الارضية المتطفلة على النباتات الراقية مثل النوع بثيم ديباريانم *Pythium dedaryanum* المسبب لمرض تساقط البادرات Damping off desease. اما جنس فيتو فثورا *Phytophtho-ra* فيحتوى على طفيليات نباتية مثل فيتوفثورا انفستانس *Phytophthora infe-stans* المسبب لمرض اللفحة المتاخرة للبطاطا Late blight of potatoes وقد تسبب المرض الاخير فى احداث مجاعة فى ايرلندا سنة 1845 نتيجة اتلافها الكامل لمحصول البطاطس فى ذلك الحين .

جنس بثيم

Pythium

ذو غزل فطري رقيق من خيوط فطرية مدمجة خلوية سليولوزية الجدار ، يعيش



شكل (23) : جنس البثيم وجنس فيتوفثورا.
Pythium and *phytophthora*

مترمما علي المواد العضوية في التربة او متطفلا علي البادرات الصغيرة لعدد من النباتات البذرية القابلة للاصابة .

التكاثر اللاجنسى

تنمو الخيوط الفطرية بين الخلايا او بداخلها وتخرج منها الممصات والحوافظ الجرثومية كروية او بيضية الشكل طرفية او بينية علي الخيوط الفطرية الجسدية وتظل متصلة بالخيوط الفطرية حيث تنبت في مواضعها ويتم الانبات اما بواسطة جراثيم سابحة او انبوبة انبات ويسبق تكوين الجراثيم السابحة حويصلة شبيهة بالفقاعة منبثقة من طرف الحافظة الجرثومية وينساب البروتوبلاست الي الحويصلة ويتم في هذه الحويصلة تمييز الجراثيم السابحة ،

عند اكتمال نضج الحويصلة تنفجر لتنشر الجراثيم السابحة في كل الاتجاهات كلوية الشكل ذات سوطان جانبيين علي الجانب المقعر منها تسبح في الماء الموجود في التربة وتتحوصل وتنبت بعد فترة بواسطة انبوبة انبات (شكل 24) .

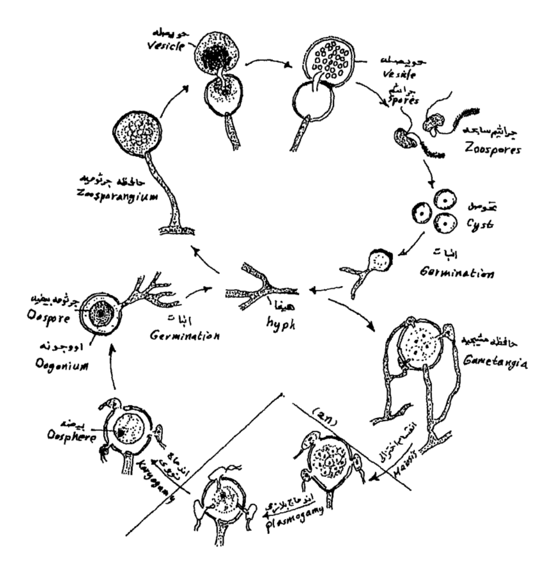
التكاثر الجنسى

يحدث بين الاووجونات والانثريدات التي غالبا ما تكون علي نفس الخيط الفطري وتقع الانثريدة اسفل الاووجونة مباشرة والاووجونة كروية الشكل ذات بيضة واحدة عديدة النوي اما الانثريدة فهي صغيرة الحجم مستطيلة او صولجانية ، عند تلامس الحوافظ المشيجية تنشا انبوبة اخصاب وهي تخترق الجدار الاووجوني لتندمج النواة المذكرة مع المؤنثة لتكوين اللاقحة Zygot وتتكشف البيضة المخصبة الي جرثومة بيضية -Oos pore سميكة الجدار وملساء . تنبت الجرثومة البيضية بعد فترة سكون بواسطة انبوبة انبات لتكون غزلا فطريا جديدا (شكل 24) . وعادة يتم الانبات عند درجات حرارة عالية . اما عند درجات الحرارة المنخفضة فيقف نمو انبوبة الانبات .

جنس فيتوفثورا

Phytophthora

احد الاجناس الفطرية المسببة لعدد من الامراض للنباتات البذرية الاقتصادية وخاصة مرض اللفحة المتاخرة في البطاطس وهي ذات غزل فطري جيد التكوين والذي



شكل(24) : دورة حياة فطر بيثيم .

Life cycle of *Pythium*

ينمو بين خلايا النبات العائل ويرسل ممصاته لامتصاص المواد الغذائية من العائل (شكل23).

يتشابة تكاثره الجنسي مع جنس البثيم فيما عدا شكل الحوافظ الجرثومية فهي في شكل الليمونة تحمل علي حوامل جرثومية قوية وجيدة التكوين وتخرج من فتحات الثغور علي سطح الورقة المصابة .

الفصيلة الالبوجينية

Family : Albuginaceae

تتضمن الفصيلة الالبوجينية الفطريات المسببة للصدأ الابيض كطفيليات اجبارية ، ويعتبر جنس الالبوجو *Albugo* الوحيد في هذة الفصيلة الذي يحتوي علي عدة انواع مسببة لامراض بالغة الاهمية الاقتصادية مثل فطر البوجو كانديدا *Albugo candida* الذي يصيب العائلة الصليبية Family : Cruciferae مسببا الصدأ الابيض White rust

جنس الالبوجو

Albugo

من الفطريات المتطفلة علي عدد كبير من النباتات الوعائية ، ذو غزل فطرى جيد التكوين والحوامل الحافظية تختلف تماما عن الخيوط الجسدية وتتولد الحوافظ الجرثومية في سلاسل علي اطراف حوامل صغيرة صولجانية الشكل (شكل 25).

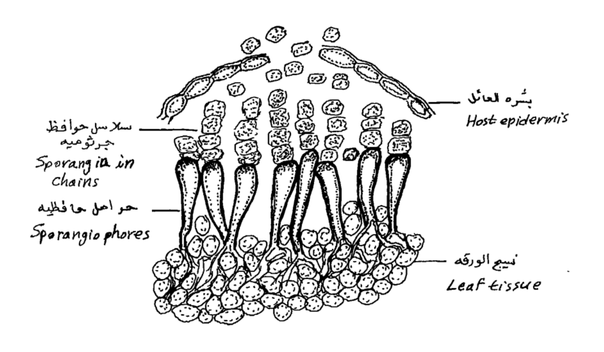
يحتوي عددا من الاتواع المتطفلة اهمها البوجو كانديدا *Albugo Candida* والبوجو اوسيدونتالس *Albugo accedentalis* والبوجو بليتي *Albugo bliti* .

دورة حياة البوجو كانديدا

Albugo candida

التكاثر اللاجنسى

ينمو الغزل الفطري ويتغذي بواسطة ممصات تخترق جدر خلايا العائل وعند مرحلة معينة من النمو ينتج الغزل الفطري حوامل حافظية صولجانية الشكل تتوالد هذه الحوامل قريبة جدا من بعضها في بعض اسفل طبقة تحت البشرة للعائل وعندما تبلغ الحوامل



شكل (25) : جنس البوجو .

Albugo

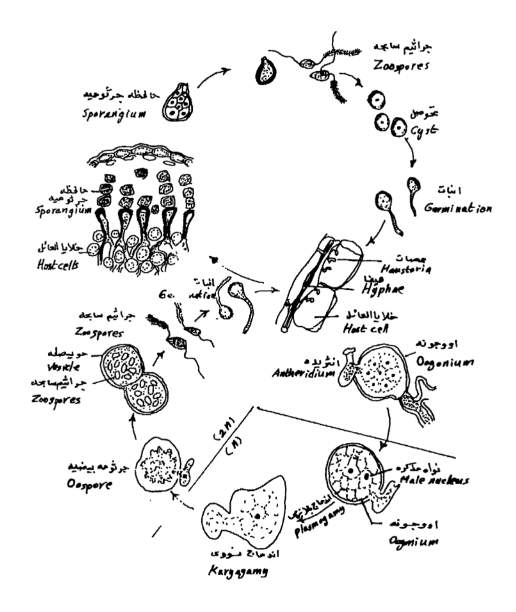
الحافظية مرحلة معينة من النمو تعطي كل منها عدة حوافظ جرثومية تنبثق منه علي التوالي في سلسلة تعلو اكبرها عمرا طرف السلسلة . وعند اكتمال نضجها تنفصل وتتحرر في الفراغ الواقع بين الحوامل الحافظية وبشرة العائل ونتيجة لنموها يحدث ضغط علي بشرة العائل لتتمزق وتتحرر الحوافظ وتبدو كقشرة بيضاء علي سطح العائل (شكل 26) .

تنتشر الحوافظ الجرثومية بواسطة الرياح أو الماء او بغيرها من العوامل وتنبت الحوافظ الجرثومية أما بواسطة جراثيم سابحة أو أنابيب أنبات وعند أنباتها بجراثيم سابحة فأنها تدفع بأربع إلى أثنتى عشرة جرثومة سابحة إلى حويصلة جالسة وتكون تلك الجراثيم فى مرحلة متقدمة من التنوع ، أما ما يتبع ذلك من تفاصيل للدورة اللاجنسية فيتبع النمط المميز كما سبق أن ذكرنا في حالة جنس البثيم *Pythium*.

التكاثر الجنسي

عند تكوين الأووجونات والانثريدات لفطر البوجو كانديدا*Albugo candida* داخل أنسجة العائل وتكون تلك الأعضاء عند البداية عديدة النوى الا أن نواة واحدة في كل منها تكون في النهاية هى النشطة . تتلامس الحوافظ المشيجية وتكون على مقربة من بعضها البعض عند اطراف الخيوط الجسدية وتتلامس الانثريده والاووجونه التى تكون كروية الشكل وتحتوى على بيضة واحدة محاطة ببروتوبلازم محيطى ، وتنتقل النواه النشطة إلى مركز البيضة بينما تتجه البقية إلى البلازمة المحيطية ، وعندئذ تكون الانثريدة انبوبة اخصاب وتنتقل النواه المذكرة لتقترن بنواة البيضة لتكوين الاقحة التى تنقسم عدة مرات ويتكتشف حولها جدار سميك لتكون الجرثومة البيضيه Oospore (شكل 26) .

تدخل الجرثومة البيضيه فى مرحلة سكون بعد أن تقوم النواه الاقحية بعدة أنقسامات يكون اثنان منها انقسامين اختزاليين . وفى الربيع التالى تعاود النويات نشاطها بالانقسام غير المباشر ولا يلبث بروتوبلازم الجرثومة البيضية ان ينقسم إلي عدد كبير من الأجزاء الوحيدة النواه حيث يتكشف كل جزء منها إلى جرثومة سابحة كروية الشكل ثنائية الاسواط وعادة تنبت الجرثومة البيضية بأحدى طريقتين : فاما ان تدفع بجراثيمها السابحة إلى حويصلة جالسة ، واما أن تكون أنبوبة أنبات قصيرة تنتهى بحويصلة وتنتج كل جرثومة بيضيه ما بين أربعين ألى ستين جرثومة سابحة وهى تتحرر ثم



شكل (26) : دورة حياة فطر الالبوجو.

Life cycle of *Albugo*

تتحوصل وتنبت فى النهاية بواسطة أنابيب أنبات تصيب العائل .

الفصيلة البيرنوسبورية

Family :Peronosporaceae

هى أكثر فصائل البيرونوسبورالات رقيا وتعيش جميع انواعها كطفيليات أجبارية على النباتات الوعائية وتسبب امرضاً اقتصادية تعرف بالبياض الزغبى Downy mil-dews . وتتضمن الفصيلة البيرونوسبورية عددا من الاجناس الهامة التى تتميز بتفرع حواملها الحافظية حيث تحمل الحوافظ الجرثومية في هذه الأجناس على حوامل حافظية متباينة الشكل (شكلى 27 أ, ب).

1 ـ جنس بازيديوفورا

Basidiophora

يكون الحامل الحافظى صولجانى الشكل ذا رأس منتفخ وتتولد الحوافظ الجرثومية على ذنيبات دقيقة تنبثق منه .

2 ـ جنس سكليروسبورا

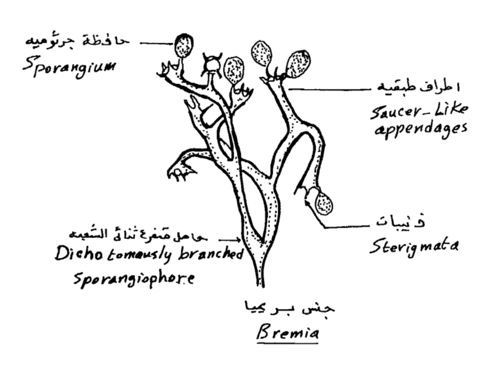
Sclerospora

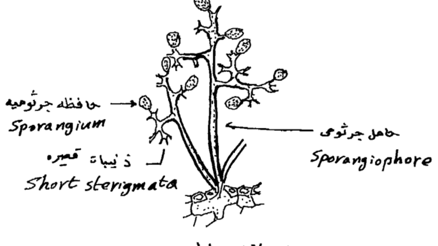
الحامل الحافظى خيطي طويل ، توجد قرب طرفه عدة فروع قائمة تحمل الحوافظ الجرثوميه عند قسمها .

3- جنس بلازموبارا

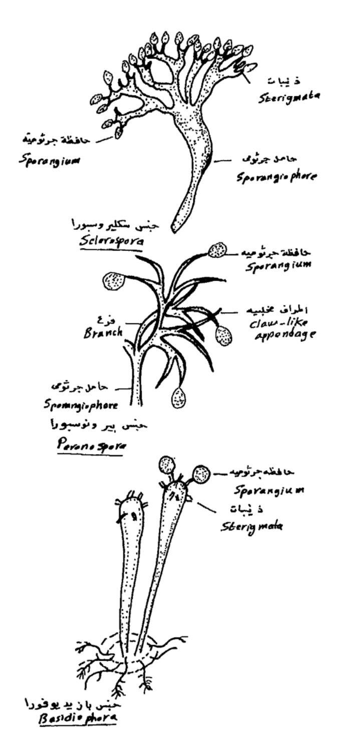
Plasmopra

الحامل الجرثومى سميك متفرع من أربعة إلى ثمانية أفرع جانبية قصيرة عمودية وتحمل الحوافظ الجرثومية على ذنيبات قصيرة نهاية الأفرع الجانبية.





شكل (27 أ) : جنس بريميا وجنس بلازموبارا .
Bremia and *plasmopara*



شكل (27 ب) : اجناس سكليروسبورا ، بيرونوسبورا وبازيديوفورا.

Sclerospora , *Peronospora* and *Basidiophora*

4- جنس بريميا

Bremia

يتفرع الحامل الجرثومى تفرعات ثنائية الشعبة ونهايات الافرع مفلطحة تشبه الطبق والحوافظ الجرثومية محمولة على ذنيبات قصيرة .

5-جنس بيرونوسبورا

Peronospora

يتفرع الحامل الجوثومى تفرعات ثنائية الشعبة تنتهى بشكل مدبب يشبه المخلب والحوافظ الجرثومية بيضية الشكل .

فى الفصيلة البيرنوسبورية تحمل الحوافظ الجرثومية عادة على ذنيبات عند اطراف الافرع وتنبت هذه الحوافظ الجرثومية فى غالبية اجناس هذه الفصيلة بواسطة جراثيم سابحة أو انابيب أنبات وتعد مثل تلك الحوافظ بمثابة جراثيم تعرف غالباً بأسم الكونيديات Conidia وهى تنبت دائماً بواسطة انابيب انبات .

وتعد الكونيديات بوجه عام مميزة للفطريات الراقية الا أنها توجد في بعض الفطريات البيضية Oomycetes والتزاوجيه Zygomycetes .

طائفة الفطريات التزاوجية

Class: Zygomycetes

يعنى أصطلاح فطريات تزاوجيه انتاج جرثومة ساكنة تعرف باسم الجرثومة اللاقحية Zygospore وتنتج نتيجة اندماج حافظتين مشيجيتين وهى تخلف عن الجرثومة البيضية وتعد من السمات الرئيسية لهذه الطائفة .

ومن ابرز صفات الفطريات التزاوجية انتاج حوافظ جرثومية Sporangios-pores او كونيديات Conidia وعدم وجود خلايا سابحة *Zoospores* .

والفطريات التزاوجية ذات تركيب ثالوسى مدمجة خلوية تتكون الحواجز عند قواعد الاعضاء التكاثرية او عند ما يكون الغزل الفطرى مسنا.

تحتوى الفطريات التزاوجية على انواع كثيرة يعيش بعضها مترمما إلى متطفل اختياريا ضعيفاً على النباتات او طفيليات متخصصة تعيش على الحيوانات وطفيليات اجبارية على غيرها من فطريات تزاوجية .

تصنيف الفطريات التزاوجية

طائفة الفطريات التزاوجية صنفت حديثاً إلى سبع رتب وهى :-

1-رتبة الميوكرالات

Order : Mucorales

2- رتبة دايمارجلترات

Order : Dimargaritatales

3- رتبة الكيكزيلات

Order : Kickxellales

4- رتبة اندوجونلات

Order : Endogonales

5- رتبة الانتوموفثورالات

Order : Entomophthorales

6-رتبة الزوباجالات

Order: Zoopagales

7- رتبة الهاربيلات

Order:Harpellales

ومن اهم هذه الرتب رتبة الميوكرالات ورتبة الانتوموفثورالات والتى يعتمد التصنيف فيما بينهما على ما يلي :

رتبة الميوكرالات

افراد هذه الرتبة تكون مترممة ، كما يعيش بعضها كطفيل ضعيف على النباتات

وقلة منها طفيليات داخلية فى الفقاريات بما فيها الأنسان ويتم التكاثر اللاجنسى بواسطة حوافظ جرثومية تحتوى على جراثيم غيرمتحركةوقد يكون فى بعض الانواع بواسطةكونيديات .

رتبة الانتوموفثورالات

تتطفل غالباً على الفطريات الدنيئة وقلما تتطفل على النباتات ، وهى تترمم فى كثير من الاحيان ، تكاثر لا جنسيا بواسطة حوافظ جرثومية متحورة تسلك مسلك الكونيديات وتقذف بقوة .

وهذا ونتناول رتبة الميوكرالات بمزيد من التفصيل .

رتبة الميوكرالات

Order :Mucorales

الغالبية العظمى من الميوكرالات مترممة على اوساط مثل روث الحيوانات والمادة النباتية او الحيوانية المتحللة ، كما تستطيع كثير من الانواع المترممة تخليق نواتج صناعية ، فيستعمل فطر عفن الخبز *Rhizopus* فى تصنيع حامض الفيوماريك وتصنيع الكورتزول كما تنتج بعض انواع الميوكرالات احماض الستريك والاكزليك ، كما تنمو قلة منها كطفيليات ضعيفة على الثمار وغيرها حيث يسبب فطر ريزوبس نيجركنس *Rhizopus nigricans* مرض عفن الريزوبس الطرى *Rhizopus* soft rot لدرنات البطاطس ، وثمار الفروالة والطماطم ، كمايتسبب بعض آنواعها فى اصابة الانسان ببعض الامراض وخاصة تلك التى تصيب الجهاز العصبي ،كما تثير افراد الفصيلة الببتوسيفاليدية Family : Piptocephalidaceae اهتمام كثير من المهتمين بعلم الفطريات بوجه خاص لانها تعتبر طفيليات اجبارية على غيرها من فطريات .

تصنيف رتبة الميوكرالات

تتضمن رتبة الميوكرالات احدى عشر فصيلة

1- الفصيلة الميوكورية

Family:Mucoraceae

2- الفصيلة البيلوبلية

Family: Pilobolaceae

3- الفصيلة الكينوفورية

Family: Choanephoraceae

4 - الفصيلة الرديومثيتية

Family: Radiomycetaceae

5- الفصيلة السكسينية

Family: Saksenaeceae

6- الفصيلة الكنينكهميلية

Family: Cunninghamellaceae

7 ـ الفصيلة السامندية

Family : Thamnidiceae

8- الفصيلة السنفلاسترية

Family : Syncephalastraceae

9- الفصيلة المورتيليالية

Family : Mortierellaceae

10- الفصيلة الهيلكوسيلية

Family: Helicocephalidaaccae

11- الفصيلة البيتوسفاليدية

Family : Piptocephalidaceae

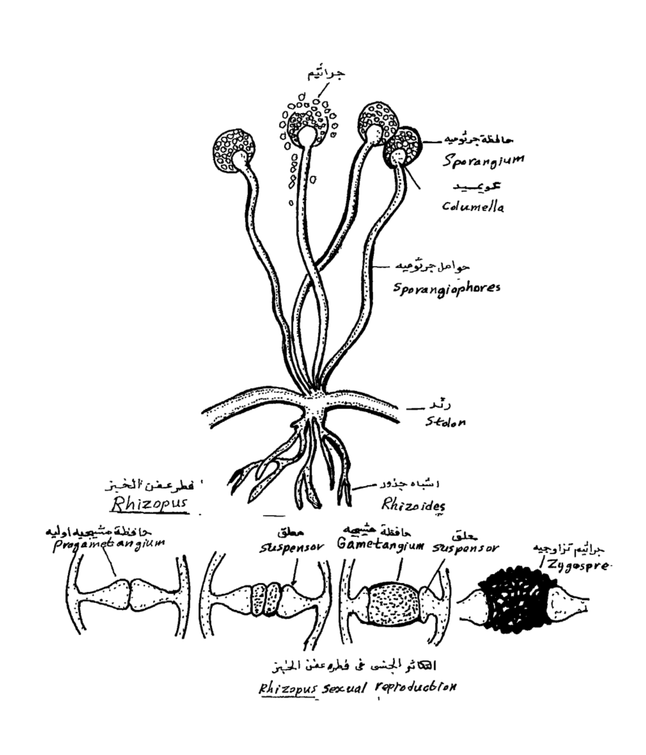
ويعتمد هذا التصنيف اساسا علي طبيعة تركيب الوحدات التكاثريه الاجنسيه بالاضافه الي التكاثر الجنسي والتركيب الجسديه وتباينها.

التراكيب الثالوسية Somatic strutures

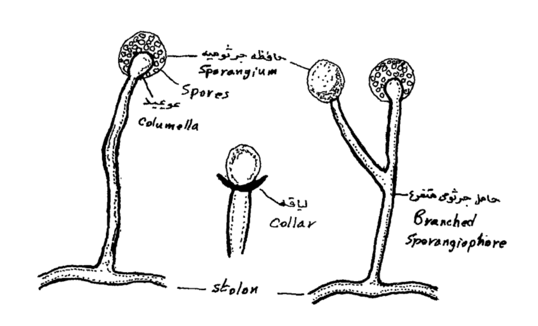
غالبية الانواع عبارة عن خيوط فطرية ذات مدمج خلوى وتتكون حواجز عند قواعد الاعضاء التكاثرية سواء اكانت هذه الاعضاء حوافظ جرثومية ام حوافظ مشيجيةاو عندما يصبح الغزل الفطري مسنناً وتكون مثل هذه الحواجز بمثابة صفائح مصمته اما الميوكرالات الاكثر رقيا فان مثل هذه الحواجز تكون مثقوبة ويمكن ان ينساب من خلالها البروتوبلازم بسهوله وينتج الغزل الفطرى في بعض الانواع اشباه جذورRhizoides تتكون بصفة خاصة عند الاماكن التى يلامس فيها الغزل الفطري سطحا صلبا ويسمى الغزل الفطري الذى يربط ما بين مجموعتين من اشباه الجذور بالرئد Stolon يحمل الغزل الفطرى حوامل جرثومية Sparangiophores بسيطة او متفرعة وهى تحمل بدورها حوافظ جرثومية Sporangia تتباين في شكلها وحجمها فى الفصائل المختلفة للميوكرالات ومثل هذه الحافظة الجرثومية تتكون عند طرف الحامل الجرثومى كانتفاخ كروى الشكل وفيه يأخذ عمود وسطي في الانفصال وتحتوى الحوافظ الجرثومية علي الآف من الجراثيم تحت الظروف المناسبة .

وقد تنتج بعض الميوكرالات حوافظ جرثومية صغيرة ذات عويميدات او خالية منها لا تحتوى كل منها الا على قلة من الجراثيم وقد تكون وحيدة الجرثومة في بعض الاحيان وتعرف مثل هذه الحوافظ الجرثومية الصغيرة بالحويفيظات Spoarangiales وقد تعد الحويفظه الجرثومية بمثابة كونيديا .

هذا وتستعرض التراكيب الثالوسيه لبعض الاجناس الفطريه التى تنتمى إلى رتبة الميوكرالات (اشكال28 أ – س) فيمايلى .



شكل (128أ) : جنس عفن الخبز .
Rhizopus



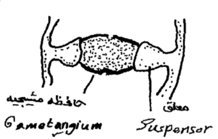


هيفا
hyphae

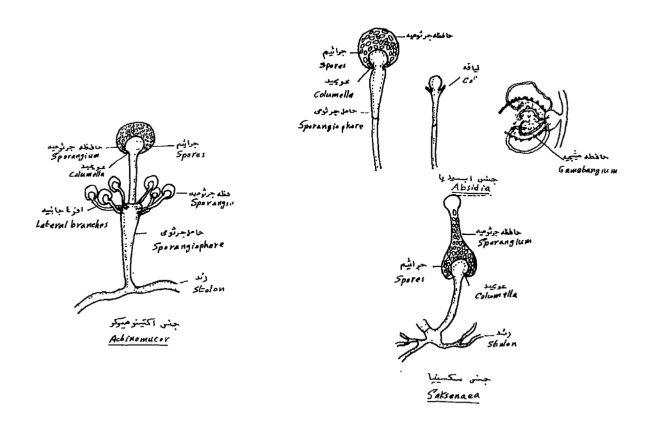
التكاثر الجنسى فى فطره ميوكر
Mucor sexual reproduction



حافظه مشيجيه اوليه
Progametangium

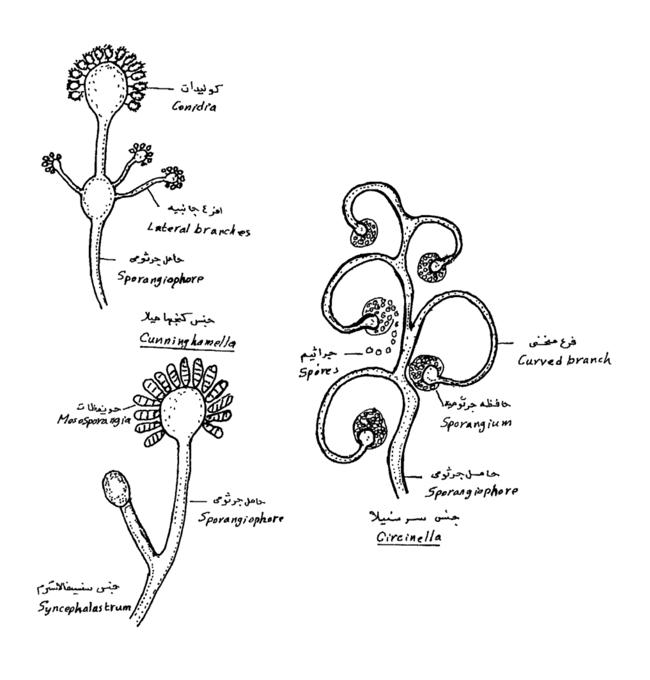


شكل (28 ب) : جنس الميوكر .
Mucor



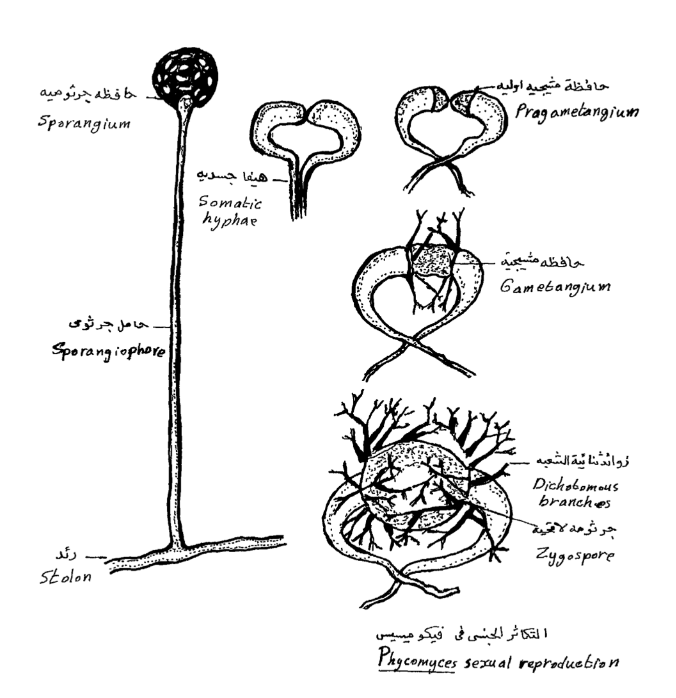
شكل (28 جـ) : اجناس اكتينوميوكر ، ابسيديا وسكسينيا .

Actinomucor ,*Absidia* and *Saksenaea*

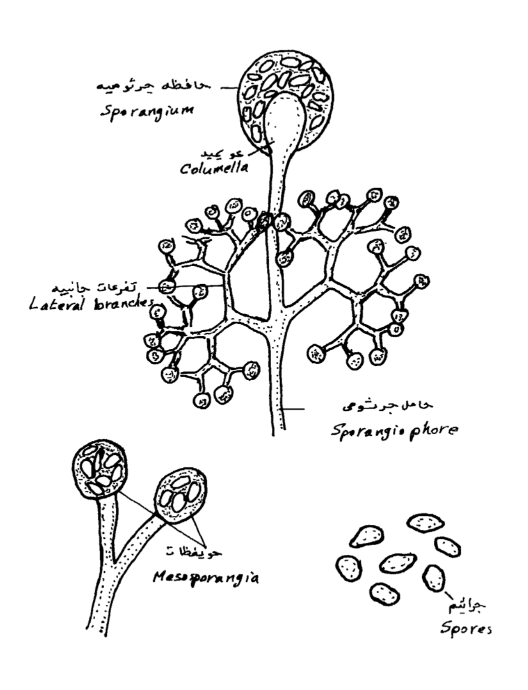


شكل (28 د) : اجناس كنجهاميلا ، سنسيفالاسترم و سرسنيلا .

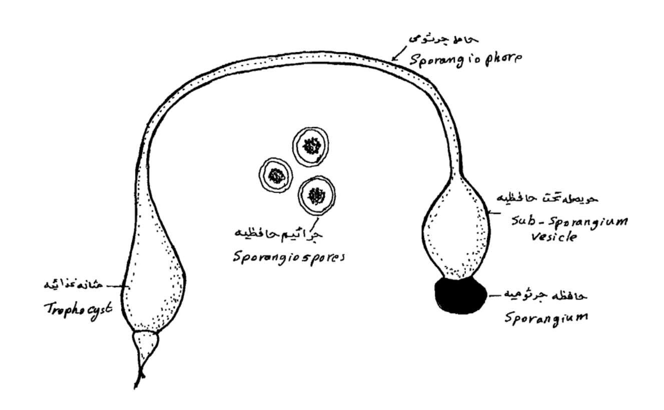
Cunninghamella , *Syncephalastrum* and *Circinella*



شكل (28 هـ) : جنس فيكو ميسيس .
Phycomyces



شكل (28 و) : جنس ثامينديم .
Thamnidium



شكل (28 س) : جنس بيلوبليس .
Pilobolus

1- عفن الخبز (الريزوبس)

Rhizopus

يتميز الغزل الفطري إلى هيفا غير مقسمة تحمل اشباه جذور تخرج في مكان مقابل لاشباه الجذور الحوامل الجرثومية عددها يتراوح من ثلاثة إلى خمسة حوامل ينتهي كل منها بالحوافظ الجرثومية وعويميدColumella تتواجد بداخل الحوافظ الآف الجراثيم .

2- الميوكر

Mucor

وهو ذو غزل فطري غير مقسم ولا يحمل أشباه جذور ، الحوامل الجرثومية متفرعة او غير متفرعة تنتهي بعويميد يحاط به الحوافظ الجرثومية .

3- اكتينوميوكر

Actinomucor

وهو ذو غزل فطرى مدمج خلوى لا يحمل أشباه جذور بل يحمل حوامل جرثومية منتفخة في منتصفها وتحمل حوامل ثانوية صغيره ويحمل الانتفاخ إلى أعلى حامل جرثومى ينتهى بعويميد وحافظة جرثومية بها جراثيم .

4- ابسيديا

Absidia

الحامل الجرثومي به حواجز وينتهى بعويمد وحافظة جرثومية كما ان الحامل الجرثومي غير متفرع .

5- سكيسينيا

Saksenaea

غزل فطرى متفرع يحمل حوامل جرثومية غير متفرعة ينتهى بعويميد والحافظة الجرثومية دورقية الشكل بها الآف الجراثيم .

6- السرسنيلا

Circinella

الحوامل الجرثومية متفرعة والافرع الجانبية منحنية وتحمل الحوافظ الجرثومية .

7- كنجهاميلا

Cunninghamella

الحوامل الكونيديه مستقيمة ومتفرعة والحويصلات الطرفيه مختلفة الاحجام مستديرة الشكل تحمل كونيديات بيضاويه وتكون غالباً ذات اشواك دقيقة .

8- سنسيفالاسترم

Syncephalastrum

الحامل الجرثومى متفرع كاذب المحور تنتهى الافرع برؤوس كرويه او بيضاويه الشكل رمادية او بنيه اللون تحمل الحويفظات الجرثومية في شكل كروى .

9- ألفيكوميسيس

Phycomyces

غزل فطرى مدمج خلوى يحمل حوامل جرثومية مستقيمة طويلة متفرعة تنتهى بعويميد وحافظه جرثومية ذات عدد قليل من الجراثيم مغزلية الشكل .

10- ثامنيديم

Thamnidium

حامل جرثومى طويل متفرع والحويفظات عديدة على الافرع الجانبية التى تتفرع بدورها والحويفظات تحتوى بداخلها على الجراثيم المغزلية الشكل .

11- بيلوبليس

Pilobalus

ويطلق عليه قاذف القبعة ويستوطن عادة روث الحيوانات خاصة الحصان والبقر ، يتكون الحامل الجرثومى من مثانة غذائية Trophocyst وجزء رئيس مقوس ثم حويصله تحت حافظيه Sub - sporangial vesicle الحافظه الجرثومية ذات جدار مغلظ بمادة الكيوتين ويقذف الفطر حوافظه الجرثومية فى اتجاه عمودى إلى ارتفاع يبلغ ستة اقدام ومن ثم يستحق ان يطلق عليه اسم قاذف القبعه .

التكاثر فى الميوكرالات .

يوجد ثلاثة انواع من التكاثر هى .

1- **التكاثر الخضري**

للميوكرالات المقدرة على التكاثر خضرياً فاذا نقل جزء من الغزل الفطري النامى إلى وسط غذائى آخر فانه ينمو ليعطي خيوطا جديده .

2- **التكاثر اللاجنسى**

ويتم عن طريق انبات الجراثيم او الكونيديات في الميوكرالات وعند انتفاخ العويميد يساعد على الضغط على الحافظة الجرثومية فتتمزق ويتحرر ما بداخلها من جراثيم فاذا صادفت وسطاً ملائماً فانها تنبت لتعطى غزلاً فطرياً جديداً.

ومن الطرق الاخري التي يتضمنها التكاثر اللاجنسي في الميوكرالات تكوين الجراثيم الكلاميديه Chlamydospores اما ما تعرف احياناً بالجمات Gammae فتوجد في الخيوط الفطرية وكذلك تفتت الغزل الفطري إلي اجسام شبيهه بالخميره وتتكاثر بالتبرعم budding ولا تتكون الخلايا الشبيهه بالخميرة الا عند نمو الغزل الفطرى فى منبت سائل.

3- **التكاثر الجنسى**

يتم بأنتاج حوافظ مشيجية Gametangia كأنتفاخات طرفيه على قمتى خيطين فطريين متوالفين او فروع من خيوط تنجذب بعضها إلى بعض وتتلامس وعند اكتمال تكوين الحوافظ المشيجيه يذوب ما بينها من جدار وتمتزج محتوياتها وتندمج فعلاً خليتا الحافظتين المشجيتين إلى خلية واحدة ولا يلبث ان يحدث اقتران نووى وتنكشف هذه الخليه إلي جرثومه لاقحية Zygospore يترسب حول برتوبلاستها جدارسميك وقد تنتج جرثومه لاقحيه على ثالوسات فرديه فاطلق العالم بلاكسلى Blakeslee سنة 1904م على الانواع التى يحدث فيها هذا النوع اسم متشابهه الثالوس Homothallic والانواع التى تتطلب ثالوسين متوالفين لتكون تلك الجراثيم اسم متباينة الثالوس Heterothal-lic ولما كانت السلالتان المتوالفتان لا يمكن التميز بينهما شكلياً فقد ميز بلاكسلى احداهما كسلالة (+) والاخرى كسلالة (-) .

ففى حالة كل من عفن الخبز *Rhizopus* , ميوكر *Mucor* , الفيكوميسيس

Phycomyces وابسيديا *Absidia* كل منها متباين الثالوس فيتطلب التكاثر الجنسى غزلين فطريين متوالفتين احداهما (+) والاخرى (–) (اشكال 28 أ ، ب ،ج ، هـ) تتكون الحافظة المشيجيه الاوليه Progametangia عند التلامس بين السلالتين المتضادتين ينساب اليهاسيتوبلازم غزير ونويات عده ليذوب الجدار الفاصل بين الحوافظ المشيجيه الاوليه ويمتزج البرتوبلاست وتقترب الانويه فى ازواج يتكون كل زوج منها من نواه (+) واخرى (–) وفى عدد كبير من تلك الازواج تندمج النواتان لتكوين نوايات ثنائية المجموعة الصبغيه (2 ن) اما النوايات التى لا يقدر لها الاندماج فانها من المحتمل ان يكون مصيرها الانحلال مكونا الحافظة المشيجية التي يفصلها عن الحوامل الجرثومية ما يعرف باسم معلق Suspensor .

تأخذ الخلية الجديده المتكونه نتيجة التزاوج بين الحافظتين فى الاتساع ويتغلظ جدارها ويصبح سطحها اسود لتكون الجرثومة الاقحيه التي تنبت في مدة تتراوح من شهر إلي ثلاثة أشهر لينبثق منها حامل تنكشف عند طرفه حافظة جرثومية .

وقد يختلف حجم وشكل الحوافظ المشيجيه إلى حد كبير في الميوكرالات ففى حالة الفيكوميسيس *Phycomyces* يشبه الجهاز الحافظى المشيجي شكل الكماشه ممسكاً بالجرثومة الاقحيه وتكون الحوافظ المشيجيه والمعلقات غير متساوية الحجم (شكل 28 هـ).

طائفة الفطريات الزقيه (الاسكيه)

Class : Ascomycetes

تعرف الفطريات الزقيه ايضا بالفطريات الكيسيه Sac fungi وتعتبر با لاضافه الي الفطريات البازيديه من الفطريات الراقيه لانها ارقي الي حد كبير من الفطريات التي سبق تناولها في كل الطوائف الفطريه حتي الان وكما يتبين من تركيبها المعقد.

تشمل الفطريات الزقيه انواعا فطريه يتراوح عددها من 25000 إلى 35000 نوع ذات خيوط مقسمه وجراثيم تتكون بعد تزاوج جنسى تسمي بالجراثيم الزقيه Ascospores التى تنشأ داخل وعاء يعرف بالزق Ascus ويتم تكوين الجراثيم

باندماج نواتين احاديتي المجموعة الصبغيه فى نواه واحده وهى الاقحه Zygot ثنائية المجموعة الصبغيه ثم تنقسم هذه النواه ثلاث مرات اولها انقسام اختزالى يعقبه انقسامان غير مباشرين لينتج من ذلك ثمانية جراثيم احاديه المجموعة الصبغية داخل كل وعاء .

تعيش الفطريات الزقيه على بيئات مختلفة فهى اما متطفلة على كثير من النباتات واما مترممه على كتل الاخشاب المتحللة والاوراق المتعفنة وتنتج اجساما ثمريه Fruity structures يمكن مشاهدتها . كما تعيش قلة منها معيشة تحت ارضيه Hypogean وكذلك هناك عدد من الفطريات الزقيه محبه للروث Coprophilous فلا تنمو الا على روث الحيوانات.

تسبب الفطريات الزقبه فى كثير من الامراض للنباتات مثل امراض البياض الدقيقي Powdery mildew للقرع ,الخرشوف ,العنب وغيرها كذلك مرض الارجوت Ergot disease الذى يصيب القمح ويسببه فطر كلا فيسبس بربوريا *Claviceps purpurea* وتستخلص من خيوط هذا الفطر مادة الارجومترين Ergometrin وهى ماده سريعة الزوبان في الماء تؤخذ عن طريق الفم سهلة الامتصاص وتعطي للأم اثناء الولاده العسره لتسهيلها كما تساعد هذه المادة على الاقلال من النزيف الذى يعقب عملية الولادة كما يتسبب بعض الفطريات الزقبه في تحليل السليولوز مثل فطر كيتوميام *Chaetomium* وكذلك تفرز مواد سامة تتسبب فى بعض الامراض التي تصيب الانسان والحيوانات المستانسه ومن امثلتها المرض التنفسى المعروف باسم الاسبيرجيللى Aspergillosis ولا يفوتنا ان نذكر ان هناك كثير من الفطريات الزقيه وهى نافعة فى اتمام كثير من الانشطة التخمريه مثال ذلك فطر الخميره Yeast التى هى الاساس فى صناعة الخبز .

التراكيب الجسديه

الفطريات الزقيه ذات غزل فطرى يتكون من خيوط مقسمه تحتوى على جدار خلويه تحتوى نسبة عالية من الكيوتين والخيوط الفطرية تامة التكوين غزيرة التفرغ يحتوى الحاجز العرضى على ثقب مركزى يسمح للسيتو بلازم بالانتقال من خلية إلي اخرى مجاورة . وخلايا الغزل الفطرى عادة وحيدة النواه الا ان الاغزال الفطريه المحتويه على

خلايا ثنائية النواه تكون كذلك مالوفه . لا تمتلك جميع الفطريات الزقيه غزلا فطرياً فتكون بعض فطريات الخميره وحيدة الخلية وينتج البعض الاخر سلسله من الخلايا التى تكون غزلا فطرياً كاذباً .

والغزل الفطري ينتظم عادة فى انسجه فطريه تبدو مفككه التشابك وتعرف بالنسيج البراتشيمى الكاذب وتصاحب الانسجه البرانشيميه والبرانشيميه الكاذبه اجسام ثمريه وتراكيب جسديه كالاجسام الحجريه Selerotium والحشيات الثمريه Stroma .

التكاثر في الفطريات الزقيه .

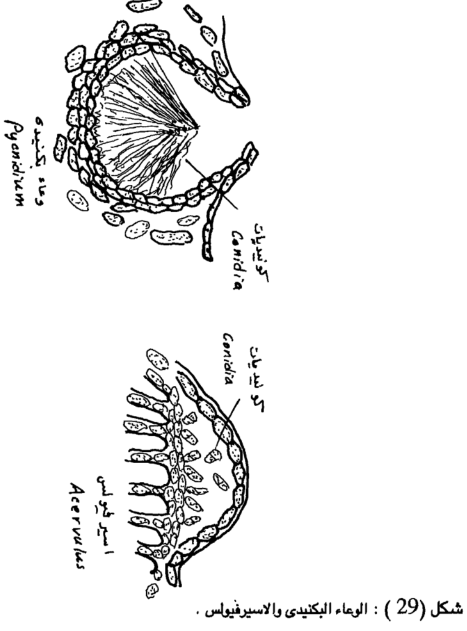
للفطريات الزقيه بوجه عام طوران تكاثريان مميزان ، المرحلة الجنسيه والتى تعرف عادة باسم المرحلة الزقيه والمرحلة اللاجنسيه او الكونيديه الا ان هناك بعض انواع الفطريات الزقيه لم يكتشف منها بعد مراحل جراثيمها الزقيه . .

ولذلك فان تقسيم الفطريات الزقيه يعتمد تماما على مميزات المرحلة الجنسيه الا انه بوجه عام هناك عدد ضخم من الفطريات تعرف بمراحل جراثيمها الكونيديه فقط ولما كانت المراحل الناقصة شبيه بتلك المعروفة فى الفطريات الزقيه فيكاد يكون من المؤكد ان كثيرا من الفطريات المعروفه باسم الفطريات الناقصه Deuteromycetes هى فى الواقع فطريات زقيه ، اما فقدت مراحلها الزمنيه نتيجه لنشوئها التطورى واما لها مراحل زقيه لم تستكشف بعد .

التكاثر الاجنسى

يتم التكاثر الاجنسي في الفطريات الزقيه بالانشقاق او التبرعم او التجزؤ او بواسطة جراثيم مفصلية او كلاميديه او كونيديه وذلك بحسب النوع او الظرف البيئيه المختلفه ويعتبر الانشقاق والتبرعم من طرق التكاثر فى فطريات الخميره وقلة من الفطريات الزقيه الاخرى وتعرف الجراثيم الناتجه من التبرعم باسم الجراثيم البرعميه Blastospores.

وتنتج معظم الفطريات الزقيه جراثيم كونيديه متنوعه وتنتج عادة على حوامل كونيديه Conidophores متنوعه وتكون الحوامل الكونيديه عبارة عن خيوط فطريه قصيره للغايه او طويله معقدة التفرع . وقد تكون منفصله تماما دون اي ترتيب واضح او



شكل (29) : الوعاء البكنيدى والاسيرفيولس .

Pycnidium and acervulus

منتظمه في اجسام ثمريه محدده من اكثرها الفه (شكل 29) هى :

أ- الوعاء البكتيدى Pycnidium

عبارة عن تركيب مجوف كروى الشكل او قاروری الشكل وتبطن الحوامل الكونيديه جداره .

ب - الاسيرفيولس Acervulus.

عادة يتكون فى الفطريات الزقيه المتطفله حيث تكون الخيوط الفطريه حصيره تحت البشره او ادمة النبات العائل على شكل الكأس او القوس وتعطى حوامل كونيديه قصيره تكون كتله او قد تلتصق الحوامل الكونيديه لتكوين تراكيب معقده .

2- التكاثر الجنسى .

يحدث التكاثر الجنسى عادة فى الفطريات الزقيه بأندماج نواتين متالفتين كل منها احادية المجموعه الصبغيه وعقب الاندماج النووى للخليه الوالده الزقيه التى تنمو إلى زق يحدث الانقسام الاختزالى للاقحه الثنائيه المجموعه الصبغيه مباشرة ويعقبها أنقسامان مباشرين لتكوين ثمان جراثيم زقيه الناتجه نموذجيا فى الزق .

تصنيف طائفة الفطريات الزقيه .

تصنف طائفة الفطريات الزقيه الى تحت طائفتين وهما :

1- تحت طائفة الهيماسكوميسيتدى (بروتواسكوميسيتدى).

Subclass : Proto- or Hemiascomycetes

2- تحت طائفة الفطريات الزقبه الحقيقية

Subclass : Euascomycetes

.تحت طائفة الهيماسكوميسيتدى (بروتواسكوميستيدى)

Subclass:Proto-. or hemiascomycetes

تعد تحت طائفة البروتواسكوميستيدى او الهيماسكوميسيتدى من انواع الفطريات الزقيه البدائيه بسيطة التركيب ذات غزل فطرى طفيف او غير موجود فى انواع عده منها

كما تتميز بالتكوين المباشر للزقان وافتقارها إلى تكوين ثمار زقيه .

تشتمل على فطريات الخميره والكائنات الشبيهه بها كما تشتمل على قلة من الرميات الخيطيه وتسبب عددا من الامراض النباتيه لعدة فصائل نباتيه .

تقسم هذه التحت طائفة إلى رتبتين هما :

1- رتبة الاندوميسيتالات

Order :Endomycetales

2- رتبة التافرينالات

Order : Taphrinales

رتبة الاندوميسيتالات

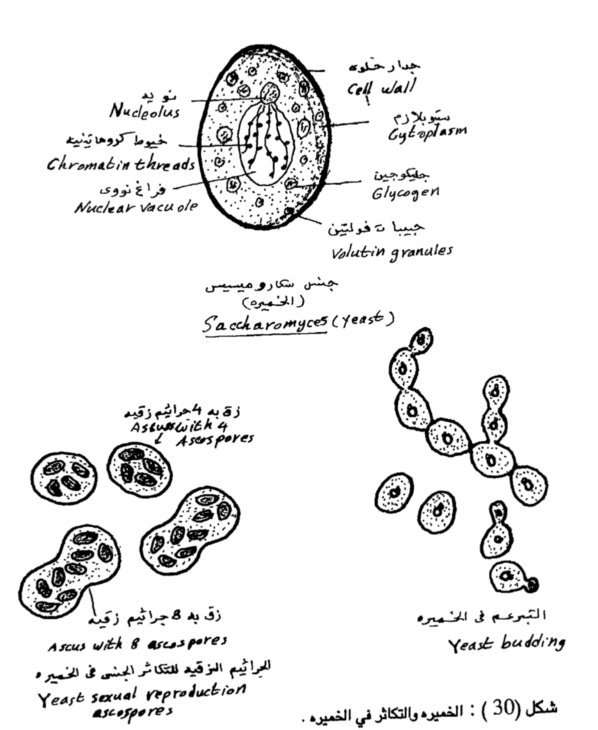
Order: Endomycetales

تحتوى هذه الرتبة على فطريات الخميره البالغة الاهمية فى الصناعة وتصنف هذه الرتبة إلى عدد كبير من الفصائل وهى مثار كثير من الجدال عند المهتمين بعلم الفطريات واهم هذه الفصائل هى الفصيلة السكاروميسيتيه-Family Saccharomyceta-ceae .

والفصيلة السكاروميسيتيه هى فطريات الخميره وعادة لفظ خميره يستخدم للفطريات الزقيه وحيدة النواه وتتكاثر لا جنسياًبالتبرعم او الانشقاق او كلايهما معا.

يعيش فطر الخميره (yeast) *Saccharomyces* مترمماً حيث توجد المواد السكريه كرحيق الازهار وافرازات الاشجار والاوراق والثمار وبعض الانواع تعيش متطفلة على حيوانات عديده وخاصة الحشرات والفطر وحيد الخليه ، مستديرا او بيضاوى الشكل يبلغ قطره 10 ميكرون ويحيط به جدار يتكون من مواد سكريه معقده وليس من ماده السليولوز وتمتاز الخليه بانها غنيه بالسيتوبلازم والذى يحتوى على حبيبات جليكوجين، وفوليتين ودهون ,ويوجد بالخليه جهاز نووى Nuclear appartus يتكون من نويه لامعه Nucleolus بجانبها فجوه كبيره تحتوى على خيوط تحمل حبيبات كروماتينيه وتعرف بالخيوط الكروماتينيه Chromation threads (شكل 30) .

التكاثر اللاجنسى



شكل (30) : الخميره والتكاثر في الخميره.

Yeast and yeast reprodction

توضع فطريات الخميره عادة تحت الفطريات المتبرعمه وتحت فطريات الخميره المنشقه حسب طراز تكاثرها الاجنسى ويستعمل لفظ فطريات الخميره المتبرعمه لتلك التى تتكاثر بتكوين البرعم Bud (شكل 30) وتتم طريقة التبرعم Budding عندما يكون الوسط الغذائى الموجود به فطر الخميره غنيا بالمواد الغذائيه ويظهر البرعم كنتوء صغير في جدار الخلية ثم ينفصل ويكبر بسرعة ليصير فى مثل حجم الخلية الام واثناء تكونه ينقسم الجهاز النووى مباشرة وتهاجر احدى النواتين إلى البرعم الذى ينفصل من الخليه الاصليه واحيانا ينتج البرعم المتكون برعما جديدا قبل انفصاله وقد تتكرر هذه العمليه بحيث يصل عدد الخلايا المتصلة ببعضها علي شكل سلسلة غير منتظمه إلي قرابة مائة خليه .

اما فطريات الخميرة المنشقة فتنقسم بواسطة الانقسام المستعرض حيث تستطيل الخلية الوالده وتنقسم النواه ويتكون جدار مستعرض علي مقربة من الوسط إلى حد ما مما يفصل الخلية إلى خليتين بنويتين وحيدتى النواه كما في فطر الخميرة المنشقه شيزوسكاروميسيس *Schizosaccharomyces*

التكاثر الجنسى

يحدث عندما تكون البيئه جافة والغذاء قليلا فتقترب خليتان ويخرج من كل منهما بروز صغير ثم يلتقى البروزان ويذوب الجدار الفاصل بينهما لتكوين قناة تزاوج تلتقى فيها النواتان فتندمجان ويلتحم بعد ذلك السيتوبلازم فى الخليتين لتكوين خليه واحده تسمى بالزق Ascus ثم تنقسم نواة الزق الثنائية المجموعة الصبغيه انقساما اختزاليا يعقبه انقسامان غير مباشرين لتكوين ثمانية انويه احاديه المجموعة الصبغيه وتتغلف كل منها بسيتوبلازم وجدار سميك وبذلك ينتج ثمانية جراثيم زقيه فى كل زق (شكل 30) ويلاحظ هنا ان الزق عار لا تحيط به خيوط او خلايا لتكون الجسم الزقى Ascocrapالمميز للفطريات الزقيه الاخرى هذا وتستطيع بعض انواع فطريات الخميرة التكاثر بتكوين جراثيم زقيه عددها اربعة في الخلايا الخضريه نفسها دون الحاجة إلى تزاوج جنسى كما في فطر الخباز العاديه سكاروميسيس سيرفيسي *Saccharomyces cervisiae* كما تستطيع بعض انواع الخميرة التكاثر بواسطة تكوين جراثيم داخليه Endospores .



الاهمية الاقتصادية لفطر الخميرة

1- التخمر الكحولى

لفطر الخميرة القدرة على تحويل بعض السكريات الاحادية مثل الفركتوز والجلوكوز إلى كحول وثانى أكسيد الكربون مع انطلاق طاقة تستغلها الخميرة في القيام باوجه نشاطها المختلفة ويمكن تلخيص هذه العملية بالمعادلة الاتية :

جلوكوز ـــــــ كحول اثيلى + ثانى أكسيد الكربون + طاقة

$$C_6H_{12}O_6 \text{ ——— } C_2H_2OH + CO2 + Energy$$

وتعزى مقدرة فطر الخميرة على اتمام هذه العملية إلى وجود انزيم الزيمير Zy-mase الذى يتكون فى الحقيقة من مجموعة من الانزيمات تشترك مع بعضها فى أتمام هذه العملية فى وجود أو غياب الاوكسجين اكثر منها فى وجوده وذلك لان الخلايا تنمو بسرعة فى وجود هذا الغاز وتستغل جزءا كبيرا من السكر فى عملية بناء الخلايا النامية وتؤكسدجزءا آخر منه أكسده كاملة إلى ثانى أكسيد الكربون والماء وتستخدم الطاقة الناتجة في تمثيل المادة السكرية والنمو ويحدث ذلك على حساب عملية التخمر الكحولى .

2- تستخدم انواع مختلفه من فطر الخميرة فى صناعة البيرة ،النبيذ والمشروبات الكحولية الأخرى .

3- تضاف بعض انواعها إلى العجينة المستخدمة في عمل الخبز لتخميرها ، فعند اضافة الماء إلى الدقيق ينشط انزيم الدياستيز Diastase الموجود فى الخميرة ويعمل على تحويل جزء من نشأ الدقيق إلى سكر ، وتعمل الخميرة على تخمير السكر فيتصاعد غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يعمل على انتفاخ الخبز فيصير خفيفا مساميا.

4- تستخدم الخميرة كمصدر لفيتامين ب المركب ، كما تحتوى بعض أنواعها على فيتامين جـ، د

5- تسغل بعض فطريات الخميرة المتكافلة مع البكتيريا فى عمليات تخمر خاصة تعرف بالتخمر التكافلى Symbiotic Fermentation ومن امثلتها :

أ- خميرة كفير Kefir وتتكون من فطر الخميرة وبكتريا ستربتوكوكاس *Streto-coccus* التى تؤثر على سكر اللبن Lactose فتحوله إلى كحول وثانى أكسيد الكربون

كما فى المعادلات :

سكر لبن (لاكتوز) ——بكتريا—— سكر سداسي (هكسوز)

سكر سداسي ——خميرة—— كحول + ثاني اكسيد الكربون

ب- خميرة تكافلية تتركب من فطر الخميرة وبكتريا باسيلاس *Bacillus* وتستغل لتحويل العسل الاسود الي خل (حامض خليك Acetic acid) حسب الخطوات بالمعادلات التالية:

عسل اسود ——خميرة—— كحول + ثاني اكسيد الكربون

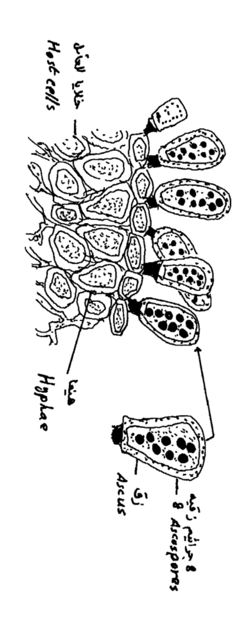
كحول ——بكتريا—— حمض خليك

رتبة التافرينالات

Order :Taphrinales

جميع الفطريات المصنفة تحت رتبة التافرينالات متطفلة علي النباتات الوعائية فتسبب تشويها للانسجة النباتية التي تصيبها وتنتج مثل تلك الاعراض المرضية كتجعد الاوراق Leaf Curl والتقرح Blisters ومن اكثر الفطريات المالوفة في هذة الرتبة وهو تافرينا ديفورمانس *Taphrina deformans* المسبب لمرض تجعد الاوراق في الخوخ وتافرينا بروني *Taphrina pruni* المسبب لمرض جيوب البر قوقPlum pockets وتافرينيا كوريوليسنس *Taphrina coerulescens* المسبب لمرض تجعد وتعفن اوراق البلوط Curling and pucking of oak

تشبة التافرينالات فطريات الخميرة من حيث تكاثر جراثيمها الزقية بالتبرعم وهي لاتكون غزلا فطريا علي البيئات الصناعية (شكل 31) وتتطفل علي عوائلها وتتكاثر جنسيا بتكوين 8 جراثيم زقية .



شكل (31) : جنس تافرينيا .

Taphrina

تحت طائفة الفطريات الزقية الحقيقية

Sub class : Euascomycetes

من اوسع الفطريات انتشارا في الطبيعة فهي تضم مجموعة من الفطريات الزقية الحقيقية تكون الزقاق فيها وحيدة الغلاف عادة وتنشأ من خيوط رفيعة في الحالات المثالية وتتكون في اغلب الاحوال داخل ثمرة حقيقية او مغلقة قارورية او كاسية مصحوبة بحشوة ثمرية او بدونها ،

تتبع الفطريات الزقية الحقيقية نظاما قياسيا في دورة حياتها وقلما تنتج عنه فطريات فردية ويمكن وصفه فيما يلي:

عند نضج الجراثيم الزقية تتحرر من الزقاق لتنتشر وتنبت في الظروف المناسبة تعطي كل منها انبوبة انبات تنمو مكونة غزلا فطريا جديدا ، يكون بدورة حوامل كونيدية تنتج اعدادا وفيرة من الكونيديات التي تنتج المزيد من الغزل الفطري عند انباتها ، وعلي العموم تتكرر الدورة الكونيدية مرات عديدة خلال الموسم الواحد للنمو ، وعند توفر الظروف الملائمة للتكاثر الجنسي تنتج الاجسام الثمرية التي تتكون داخلها الزقاق والجراثيم الزقية .

تصنيف الفطريات الزقية الحقيقية

يختلف المهتمون بعلم الفطريات في تصنيف الفطريات الزقية الحقيقية ، ولكن من بين المقاييس التي يرجع اليها في الفصل بين مجموعتها نوع الثمرة الزقية ، وطبيعة الجدار في الثمرة الزقية وطبيعة الطبقة التحتية وموضع الثمرة الزقية من الطبقة التحتية ، ونوع الزق ومكان الجراثيم الزقية داخل الثمرة وطريقة انفتاح الزق ووجود الشعيرات العقيمة وغيرها .

وتحت طائفة الفطريات الزقية الحقيقية عادة تقسم الي ست مجموعات اهمها :

1- الزقيات الكرية Plectomycetes

تنتج الزقاق عند مستويات مختلفة والزقاق كروية او بيضية الشكل ، تذوب الجدروتخرج منها الجراثيم والثمرة الزقيه مغلقة فى العادة وتعرف الثمرة الزقية عادة

بالثمرة الزقية المغلقة Cleistothcium .

2- الزقيات القارورية Pyrenomycetes

الزقاق عادة صولجانى او اسطوانى الشكل وينتج فى الطبقة الخصيبة ويضاف اليها احيانا جوانب الجدار الداخلى لثمره زقيه قارورية وقد تنشأ الثمرة الزقية داخل حشية ثمرية او بدونها ويحيط بها جدار محدد وتعرف الثمرة الزقية القارورية باسم Peri-thecium.

3- الزقيات القرصية Discomycetes

فطريات تحمل الزقان الصولجان او الاسطوانى الشكل فى طبقة خصيبة داخل جسم ثمرة زقيه مفتوحة وقد تتكون الثمار الزقيه فوق او تحت سطح الارض وتبقى مغلقة في اغلب الانواع وتعرف الثمرة الزقيه القرصية او الكاسيه باسم Apothecium.

مجموعة الفطريات الكرية

Plectomycetes

من صفات هذه المجموعة ان الزقان تكون كرويه او صولجانيه الشكل كذلك تنشأ عند مستويات مختلفة مبعثرة مختلفة وبدون نظام وليس لها فتحة خاصة بل يتم انطلاق الجراثيم الزقيه عندما تذوب الزقان وتتحرر الجراثيم الزقية داخل تجويف الثمرة الزقيه وتكون الثمرة الزقيه مغلقة او يكون لها فوهة .

تتضمن الزقيات الكروية ثلاث رتب اهمها رتبة الاسبرجيلات Order: Aspergillales والتى نتناولها بالتفصيل .

رتبة الاسبرجيلات

Oreder: Aspergillales

تنتج هذه الرتبة ثمارها الزقية المغلقة على الغزل الفطرى بدون تكوين حشيه ثمريه، والزقان مبعثرة وتخرج من خيوط زقية متفاوتة الاطوال كذلك لا توجد طبقة خصبيه محدده.

تشمل هذه الرتبه عددا كبيرا من الانواع الفطرية اغلبها رميه وبعضها يتطفل على النباتات ، الحيوانات والانسان ، والاطوار الكونيديه منها واسعة الانتشار ومعروفة باسم العفن الاسود Black mould والعفن الاخضر Green mould والعفن الازرق Blue mould .

تحتوى هذه الرتب على عديد من الفصائل الفطرية اهمها الفصيلة الاسبرجيلاسيه Family : Aspergillaceae والتى تتناولها فيما يلي .

الفصيلة الاسبرجيلاسيه

Family : Aspergillaceae

تعتبر الفصيلة الاسبرجيلاسيه من اوسع الفصائل الفطرية انتشارا حيث تضم عددا من الاجناس ذات الثمار الزقيه المغلقة ولانواعها اهمية كبرى ومن اهم اجناسها الاسبرجيلس *Aspergillus* والبنسيليوم *Penicillium* .

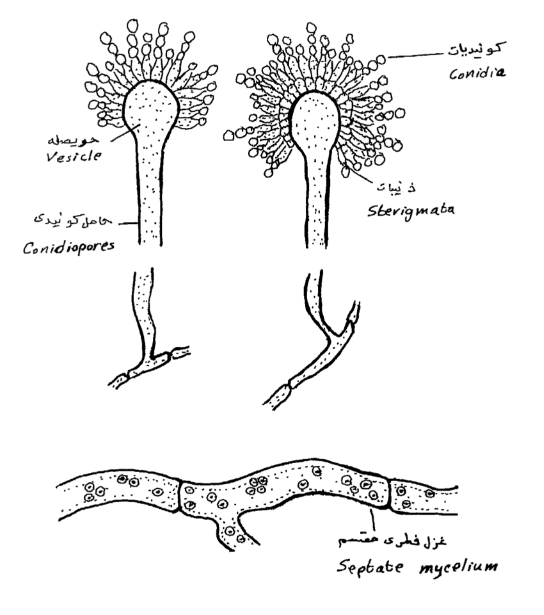
جنس الاسبيرجيلس

Aspergillus

واسع الانتشار اذ ينمو مترمما على اى وسط غذائي غير حى والبقايا الحيوانيه والنباتيه ويتسبب في تعفن الخضروات ، الفواكه ، اللحوم وغيرها من المواد الغذائية كما يتسبب فى كثير من الامراض الجلديه والتنفسيه لكل من الانسان والحيوان (الاسبرجيللى Aspergillosis) ، يستغل هذا الفطر صناعيا في انتاج حامض الستريك وحامض الاكزاليك من السكر .

وهذا الفطر ذو غزل فطرى يتكون من خيوط فطريه مقسمة ومتفرعة وتحتوى كل خليه على عدد من انوية تنتشر فى السيتوبلازم الذى يحيط بفجوه عصارية ويوجد الغذاء المختزن على هيئة حبيبات زيتيه ويختلف لون الغزل الفطرى حسب انواعه . فمنه الابيض ، الاسود , الاصفر , الاخضر وغيرها (شكل 32).

تخرج من الخيوط الفطرية الزاحفة فروع هوآئية مستقيمه او غير مستقيمة تعرف بالحوامل الكونيديه Conidiophores تنتفخ نهاية كل حامل على شكل راس مختلف



شكل (32) : جنس الاسبرجيلس .
Aspergillus

الاشكال تعرف باسم الحويصلة Vesicle تحمل مجموعة من الحوامل تعرف باسم الذنيبات Sterigmata يحمل كل ذنب سلسلة من الجراثيم الكونيديه المختلفة تنتظم فى تعاقب قمى Acropetal succession اى الكونيديات المسنه بعيدةعن الذنب والكونيديات تحتوى على سيتوبلازم ونواه او عده انويه وحبيبات زيتية.

وتتباين الانواع المختلفة لجنس الاسبرجيلس ويمكن تقسيمها تبعا للصفات التاليه:

1 - لون المستعمرة Colour

فقد تكون بيضاء او خضراء او سوداء او غيرها .

2 - الحامل الكوينذى Conidiophore

فقد يكون الحامل الكونيدى قائما Erect او منثنيا Sinnuate ، او املس Smooth او خشنا Rough.

3 -الحويصلة Vesicle

حيث تاخذ اشكالا مختلفة فقد تكون كروية Globose او شبه كروية Subglobose او صولجانيه Clavate

4- الراس الكونيديه Conidial head

قد تترتب الكونيديات فى شكل عمودى Columnar او شكل شعاعىRadiate

5. - الذنيبات Sterigmata

قد تترتب الذنيبات فى بعض انواع الاسبرجيلس فى صف واحد Uniserriate او فى صفين Biserriate.

6 - الكونيديات Conidia

قد تكون الكونيديات ملساء Smooth او خشنه Rough او شوكيه Spiny او تاخذ اشكالا منها كرويه Globose او شبه كرويه Subglobose او بيضاويه Ovate .

7 - الجراثيم الزقيه والاجسام الحجريه Ascospores and sclerotium

قد توجد فى بعض انواع الاسبرجيلس جراثيم زقيه داخل جسم زقى Ascocarps وقد

توجدعليه خلايا مغلظه تعرف باسم خلايا الهيول Hulle cells او تتجمع الهيفات فى بعض الانواع بجدار صلب مكونه ما يعرف بالاجسام الحجرية Sclerotium (شكل 33).

امثلة لانواع مختلفة من جنس اسبرجيلس (اشكال 34أ–هـ).

1– اسبرجيلس كلافاتس

Aspergillus clavatus

الغزل الفطري فيه ازرق مخضر، الراس الكونيديه صولجانيه الشكل كبيرة الحجم والذنيبات فى صف واحد .

2 – اسرجيلس شيفاليرى

Aspergillus chevalieri

اللون اخضر مصفر ذو راس كونيدى شعاعية ، ذنيبات فى صف واحد ، يكون هذا النوع اجساما ثمريه تحتوى بداخلها جراثيم زقية .

3 – اسبرجيلس فيوميجاتس

Aspergillus fumigatus

المستعمره ذات لون اخضر مزرق او اخضر رمادى والراس الكونيديه عموديه والذنيبات مرتبه فى صف واحد .

4– اسبرجيلس كانديدس

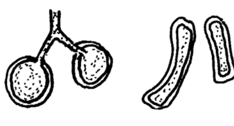
Aspergillus candidus

المستعمرات بيضاء اللون وقد تصبح مائلة للاصفرار والرؤوس الكونيديه شعاعيه والذنيبات فى صفين.

5– اسبرجيلس فلافس

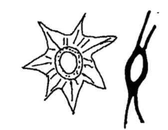
Aspergillus flavus





خلايا هيول
Hulle cells

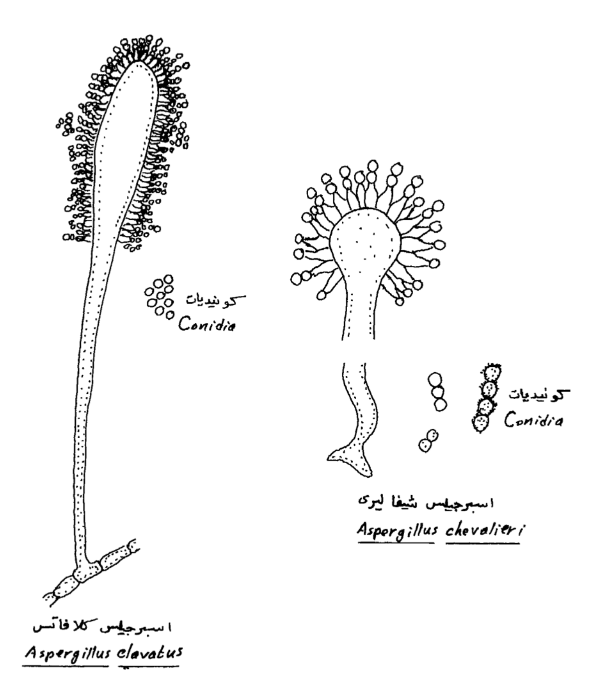






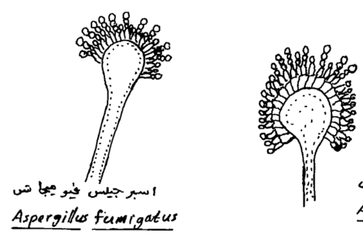
اشكال الجراثيم الزقيه
Forms of ascospores

شكل (33) : خلايا هيول واشكال الجراثيم الزقية.
Hulle cells and forms of ascospores

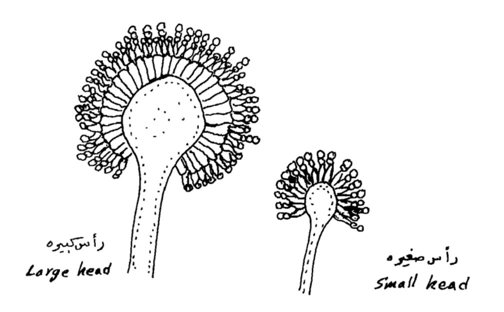


شكل (34 أ) : اسبرجيلس شيفاليرى واسبرجيلس كلافاتس .

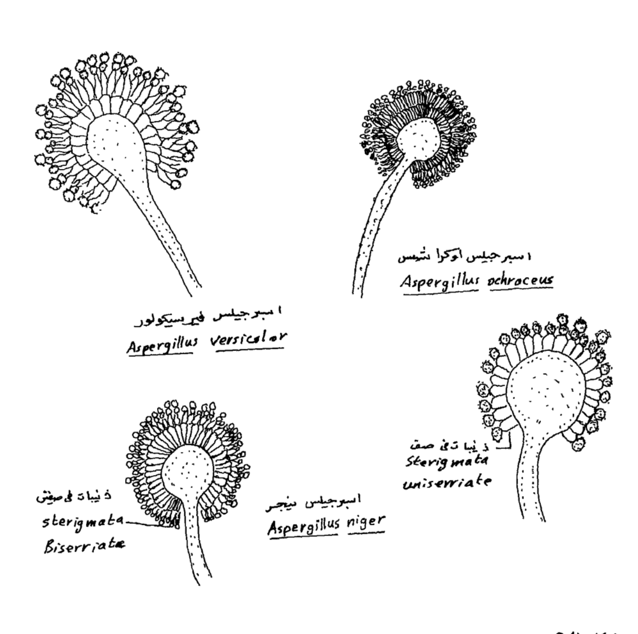
Aspergillus chevalieri and *A. clavatus*



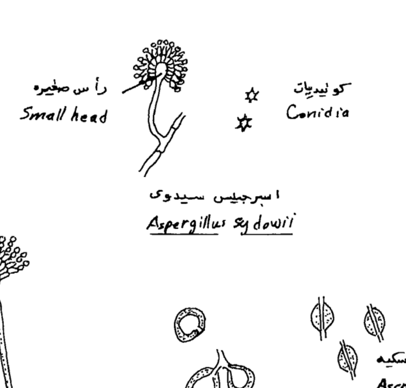




شكل (34 ب) : اسبرجيلس كانديدس ، اسبرجيلس فيوميجاتس واسبرجيلس فلافس .
A.candidus , *A . fumigatus* and *A. flavus*

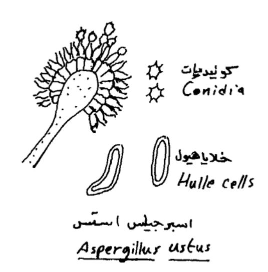


شكل (34 جـ) : اسبرجيلس اوكراشيس ، اسبرجيلس نيجر و اسبرجيلس فيرسيكولور.
A. ochraceus, *A. niger* and *A. versicolor*



شكل (34 د) : اسبرجيلس سيدوى واسبرجيلس نيديولانز
A. sydowii and *A. nidulans*







شكل (34 هـ) : اسبرجيلس استس ، اسبرجيلس فلافيبس و اسبرجيلس تيريس .

A. ustus , *A. flavipes* and *A. terrens*

لون المستعمرة اخضر مصفر والراس الجرثومية شعاعية والذنيبات فى صف او صفين وقد تكون الراس كبيرة الحجم او صغيرة .

6 – اسبرجيلس اوكراشيس

Aspergillus ochraceus

المستعمرات ذات لون اصفر ذهبى والرؤوس الكونيديه شعاعيه والذنيبات فى صفين.

7 – اسبرجيلس نيجر

Aspergillus niger

الغزل الفطرى اسود اللون ، الرؤوس الكونيديه شعاعيه والذنيبات مرتبة في صفين او صف واحد.

8 – اسبرجيلس فيرسيكولور

Aspergillus versicolor

المستعمرة تميل إلى اللون الاخضر المصفر والرؤوس الكونيديه شعاعيه والذنيبات فى صفين .

9 – اسبرجليس سيدوي

Aspergillus sydowll

ذو لون اخضر مزرق والراس الكونيديه شعاعيه صغيرة والذنيبات فى صفين .

10– اسبرجيلس نديولانز

Aspergillus nidulans

الغزل الفطرى اخضر مصفر داكن والحوال الكونيديه قصيرة بنيه والرؤوس الكونيديه عموديه والذنيبات في صفين ومعظم افراد هذه المجموعة تنتج جراثيم زقية ذات لون احمر برتقالى .

11– اسبرجيلس استس

Aspergillus ustus

ذو لون زيتونى او بنى ، الراس الكونيدي شعاعى او عمودى والحامل الكونيدي بنى اللون والذنيبات في صفين .

12 - اسبرجيلس فلافيبس

Aspergillus flavipes

المستعمره ذات لون ابيض او تميل إلى الخمرى ، الذنيبات في صفين والراس الكونيدى شعاعى او عمودى

13 - اسبرجيلس تيريس

Aspergillus terreus

ذات لون طوبي والرؤوس الكونيديه عموديه مضغوطة ، والذنيبات فى صفين .

التكاثر فى الاسبرجيلس

1 - التكاثر اللاجنسى

يتم عن طريق الجراثيم الكونيديه ، فعند انفصالها تنتشر بسهولة بواسطةالهواء حتى اذا ما استقرت على وسط غذائي مناسب تنبت وتنتج غزلا فطريا جديدا .

2- التكاثر الجنسى

ويتم فى قلة من انواع الاسبرجيلس وينتج عن التكاثر الجنسى تكوين جسم زقى كروى الشكل مغلق Cleistothecium تنتشر بداخله الزقاق في غير انتظام .

جنس البنسيليوم

Penicillium

من اوسع الفطريات انتشارا فى الطبيعة وهو فطر مترمم مثل الاسبرجيلس ، بسبب اتلاف كثير من المواد العضوية مثل الخبر ، الجبن ، الموالح وغيرها كما توجد منها انواع تسبب اتلاف الاقمشة المخزنه فى جو رطب كما يسبب الفطر العفن الاخضر Green mould او العفن الازرق Blue mould على ثمار الموالح .

تنتج بعض انواع البنسيليوم بعض الاحماض العضوية مثل احماض الستريك

، الفيوماريك، الاكزاليك، والجليوكونيك ، إلى جانب اهميتها الصناعية فى انتاج الجبن وانتاج المضادات الحيوية .

تشبه دورة حياة بنسيليوم دورة حياة فطر اسبرجيلس إلي حد كبير ولكن الشكل العام للتراكيب الجسديه تختلف إلي حد كبير .

الغزل الفطرى يتكون من خيوط فطريه مقسمه كما تعطي فى فطر الاسبرجيلس حوامل مقسمه مميزة ، وتكون الفروع متماثلة او غير متماثلة تنتهى الفروع بمجموعة من الذنيبات تحمل سلاسل كونيديه طويله (شكل 35).

والكونيديات كما فى الاسبرجيلس قد تكون كروية إلى بيضيه الشكل ويختلف لونها من الاخضر إلى الازرق وقد تكون الحوامل الكونيديه ملساء او شوكيه او خشنه الملمس .

وعند انبات الكونيديات عادة تعطى انابيب انبات تنمو بسهولة لتنتج غزلا فطريا جديد . اما الطور الجنسى لكثير من انواع البنسيليوم فهو غير معروف الا انه امكن الوصول إلى الثمرة الزقيه المغلقه في عدد كبير من الانواع .

ويعتمد تصنيف الانواع المختلفة لجنس البنسيليوم (شكل 36 أ، ب) بناء على تماثل الافرع – الميتولى – إلى ما يلى :

1. ميتولى متماثلة الاضلاع Symmetrica

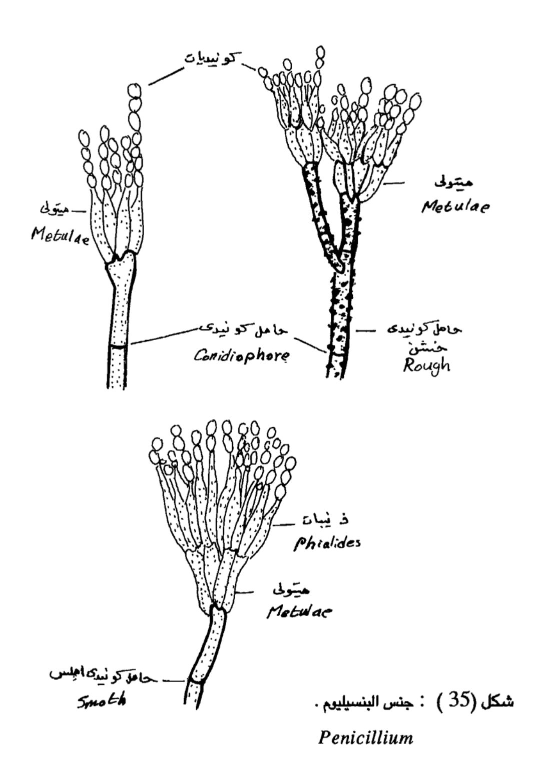
تترتب عناصر البنيسيليا Penicilli من كونيديات – ذنيبات – ميتولى Metu-lae بحيث تكون مثلث متساوى الاضلاع وتنقسم هذه المجموعة إلى ثلاثة اقسام هى :

1- ذات صف واحد Monoverticillata

حيث تترتب عناصر البنيسيليا فى صف واحد فى الذنيبات الذى يحمل فى نهاية كل فرع كونيدى .

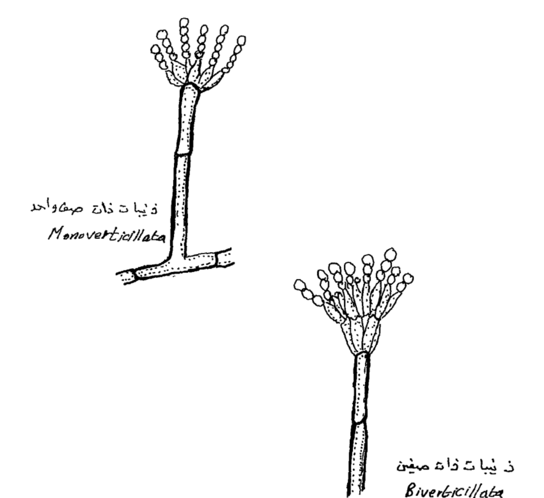
2- ذات صفين من البنيسيليا Biverticillata تتكون من صفين من عناصر البنيسيليا على هيئة مثلث متساوى الساقين.

3- اكثر من صفين من البنيسيليا Polyverticillata



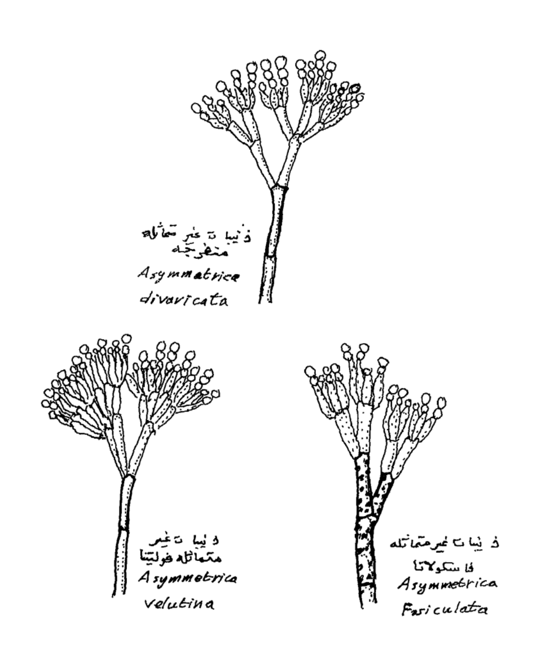
شكل (35) : جنس البنسيليوم .

Penicillium



شكل (36 أ) : اشكال الرأس الكونيدى للبنسيليوم (متماثلة الأضلاع).

Penicillium conidial heads (Symmetrica).



شكل (36 ب) : أشكال الرأس الكونيدى للبنسيليوم (غير متماثلة الأضلاع)
Penicillium conidial heads (Asymmetrica)

حيث تترتب عناصر البنيسيليا فى اكثر من صفين .

II. ميتولى غير متماثلة الاضلاع Asymmetrica

وفيها تكون الزاوية حادة ويتبعها المجموعات التالية

1- فيليتاينا Velutina

ويكون فيها سطح المستعمرة الفطرية طبقى الشكل .

2- لاناتا Lanata

ويكون الشكل الخارجى للمستعمرة صوفيا

3- فاسكولاتا Fassiculata

وفيها ياخذ الشكل الخارجى للمستعمرة شكل حزم وتكون الزاوية منفرجة بين عناصر البنيسيليا ويطلق عليها منفرجة Divaricata .

مجموعة الفطريات القارورية

Pyrenomycetes

ذات اجسام زقية قارورية الا فى حالات نادرة تكون عبارة عن ثمرة زقيه مغلقه والثمرة الزقية القارورية ذات جدار خفيف وتخرج الجراثيم عن طريق ثقب صغير يعرف بالفوهه Ostiole يبطن الجدار الداخلى لعنق الثمرة الزقيه القاروريه مجموعة من الشعيرات Paraphyses وتضم مجموعة الزقيات القارورية عدة رتب من اهمها:

1- رتبة الاريسيفالات

Order : Erysiphales

2- رتبة الكيتوميالات

Order: Chaetomiales

3- رتبة الهيبوكرالات

Order:Hypocreales

4. رتبة الكلافسيبتالات

Order :Claviceptales

رتبة الاريسيفالات

Order: Erysiphales

ذات اجسام زقيه من ثمرة زقيه مغلقة . وبالتالى توضع احيانا ضمن الزقيات الكريه ولكنها تختلف في كونها مبعثرة وبالتالى تعتبر الاريسيفالات من الزقيات القارورية.

تنشأ الثمار الزقية فى الاريسيفالات على غزل فطري سطحى دون تكون حشيه ثمريه وهى فطريات طفيليه ، والزقاق كروى او بيضى الشكل تترتب داخل الثمرة الزقية المغلقة ذات الجدار الداكن اللون .

يتبع هذه الرتبة فصيلة واحدة هى الفصيلة الاريسيفية Family : Erysipha-ceae والتى نتناولها بايجاز فيما يلى .

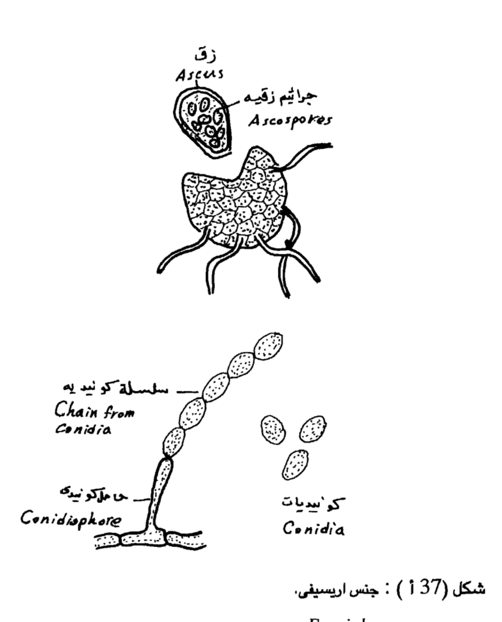
الفصيلة الاريسيفية

Family : Erysiphaceae

تتسبب هذه الفصيلة فى مجموعة من الامراض للنباتات يطلق عليها البياض الدقيقى Powdery mildew وترجع التسمية الى ما تنتجه من كميات وافرة من الكونيديات التى تغطى سطح العائل وتظهر على هيئة طبقة دقيقة بيضاء ، وتتسبب في اصابة نباتات العنب ، الورد ،التفاح ،القرعيات والنجيليات بهذا المرض .

والغزل الفطرى لافراد هذه الفصيلة فيما عدا قلة منها يكون باكمله على سطح العائل حيث يتكون من خيوط فطرية عديمة اللون تتكون بوفرة على البشرة فى المنطقة المصابة ويرسل ممصات عديدة تخترق خلايا البشرة وتتغلغل داخل الورقة خلال الثغوروتنتشر بين خلايا النسيج الوسطى للورقة .

بعد مرور ايام من الاصابة تاخذ الخيوط الجسديه في انتاج كمية من الحوامل الكونيديه حيث تكون مجموعة من الكونيديات التى قد تنفصل كل منها او تبقى الكونيديات معلقة فى سلاسل كما فى جنس *Erysiphe* (شكل 37 أ) .



شكل (37 أ) : جنس اريسيفى،

Erysiphe

فى اغلب افراد الفصيلة الاريسيفية تزود الثمار الزقية المغلقة عند نضجها بزوائد خاصة تختلف فى الطول والصفات ، فقد تكون زوائد ملتصقة القمة او زوائد مغزليه او ذات قاعده بصليه ، كذلك زوائد ذات قمة متفرعة ثنائية الشعبة وتعتبر بالاضافة إلى عدد من الزقاق داخل الثمرة الزقية من المقومات الاساسية لتصنيف الاجناس التابعة لهذه الفصيلة (شكل 37 ب) .

التكاثر اللاجنسى

تنبثق الكونيديات على سطح الورقة شفافه وحيدة الخليه ويختلف شكلها من نوع إلى اخر ولكن يغلب عليها الشكل البيضاوي او الاسطونى ، تنبت الكونيديا عند سقوطها لتكون غزلا فطريا جديدا .

التكاثر الجنسى

فى اوخر الصيف حيث يأخذ معدل انتاج الكونيديات فى النقصان فتظهر الثمار الزقية الحديثة وحيدة الزق او عديدة الازقة على الغزل الفطري الابيض وهى تبداء بيضاء ثم تتحول إلي صفراء ثم تأخذ اللون الاحمر فالبنى فالاسود .

رتبة الكيتوميالات

Order :Chaetomiales

فطريات زقية رمية ، ذات ثمار زقية قارورية ، تتكون على السطح دون حشيه ثمريه وتتميز الثمرة الزقيه بوجود زوائد طويلة تذوب قبل نضج الجراثيم ، وتظهر الجراثيم داخل تجويف الثمرةالزقية وكثيرا ما تبرز الى الخارج فى شكل شريطي من المجاميع الجرثومية .

الجراثيم الزقية داكنة اللون وحيدة الخلية وتختلف شكلها من نوع إلي آخر . تشمل هذه الرتبة فصيلة واحده وهى الفصيلة الكيتوميه Family : Cheatomiaceae وتضم مجموعة من الاجناس الفطرية اهمها جنس كيتوميوم *Chaetomium* (شكل 38).

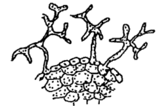
رتبة الهيبوكارلات

Order : Hypcreales

تنتج ثمارا زقية قارورية زاهية اللون ذات فوهة ولها جدار طويله نسبيا او شمعية تكون بها حشيات ثمرية زاهية اللون ، تحمل الثمار الزقية على السطح او مطمورة داخل







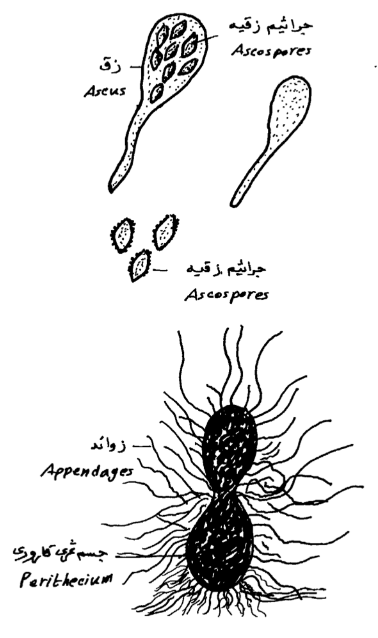






شكل (37 ب) : الصفات التصنيفيه للفصيلة الاريسيفيه .

Taxonomic characteristic of Erysiphaceae



شكل(38) : جنس كيتوميوم .
Chaetomium.

انسجة الحشيه .

تضم الهيبوكارلات مجموعة انواع متطفلة على النباتات الخضراء ، الفطريات والحشرات إلي جانب العديد من الرميات ومن الطفيليات ما ينمو على الاجسام الثمرية للفطريات البازيدية .

تضم هذه الرتبة فصيليتين كبيرتين وهما :

الفصيلة النكتيرية

Family : Nectriaceae

الفصيلة الهيبوكريه

Family : Hypocreaceae

ونتعرض باجاز إلى الفصيلة الاولى وهى الفصيلة النكتيرية حيث تحتوى على جنس واحد وهو جنس نكتيريا *Nectria* (شكل 39) .

تعيش انواع هذا الجنس متطفلة على جذوع الاشجار وخاصة اشجار التفاح والكمثرى مسببه تقرح الاعضاء المصابة Canker disease. والاجسام الثمرية فاتحة اللون تحوى بداخلها الاكياس الزقية بداخلها جراثيم زقية تتكون من خليتين .

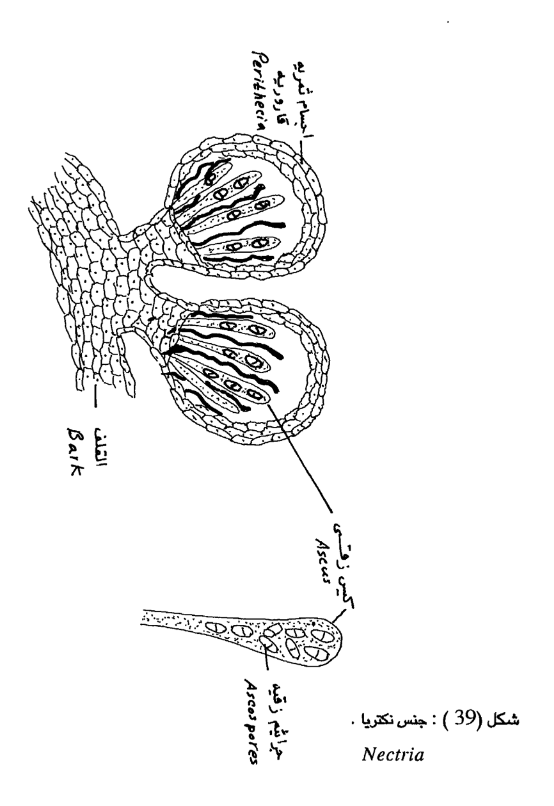
رتبة الكلافيسيبتالات

Order : Claviceptales

تكون بها الثمار الزقية قارورية داخل حشيات ثمرية جيدة التكوين والزقاق اسطوانية ذات غطاء سميك بثقب اسطوانى تتسلل منه الجراثيم الزقية ، كما توجد شعيرات عقيمة على الجدار الجانبية للثمرة الزقية والجراثيم الزقية خيطية Filiform (شكل 40) .

تحوى هذه الرتبة فصيلة واحدة وهى الفصيلة الكلافيسبتيه Familyi Clavi- ceptaceae وافرادها متطفلة على النباتات النجيليةوكذلك الحشرات والعناكب والاجسام الثمرية لبعض الفطريات ومن اهم افرادها فطر كلافسيبس بربوريا *Clavi- ceps purpurea* .

يصيب هذا الفطر عددا من نباتات العائلة النجيلية كالقمح والشعير والشوفان

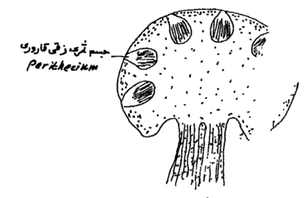


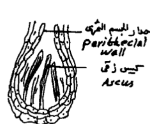
شكل (39) : جنس نكتريا .

Nectria











شكل (40) : جنس كلافسيبس .
Claviceps

مسببا ما يسمى بمرض الارجوت Ergot.

التكاثر اللاجنسى

حين تحمل الجراثيم الزقية الى ازهار النبات العائل بواسطة الرياح وتنبت كل جرثومة لتعطى عدة انابيب انبات تخترق مبيض الزهرة وتنتشر داخله . والميسيليوم سريع النمو ويتكون من خيوط فطرية مقسمة ولا يكتفى الغزل الفطرى بالنمو داخل المبيض ، بل تخرج بعض الخيوط وتنمو خارجه وتتقطع اطرافها مكونة كونيديات صغيرة الحجم مستديرة . ويحدث اثناء تكوين الكونيديات ان تفرز الخيوط الفطرية سائلا لزجا سكريا يجذب الحشرات التى تنقل الكونيديات الى ازهار اخرى . وبالتالى تعمل الحشرات على انتشار مرض الارجوت Eegot . ويطلق على هذه المرحلة الندي العسلي Honey dew نسبة إلى وجود السائل السكرى .

التكاثر الجنسى

بعد فترة مناسبة من نمو الغزل الفطري ، تتحول الخيوط الفطرية داخل المبيض إلي كتلة متماسكة صلبة اسطوانية الشكل مقوسة قليلا تعرف بالجسم الحجرى Sclero-tiumوهو ذو غطاء خارجى اسود اللون او احمر يحاط بخيوط فطرية بيضاء متماسكة (شكل 40) .

يكتمل تكوين الجسم الحجرى حيث تنضج حبوب النبات وتسقط في التربة وتظل كامنة حتى موسم الربيع القادم او تحصد وتختلط بالحبوب .

فى الربيع يبداء الجسم الحجرى فى الانبات ويتمزق الغطاء الخارجي ويبرز من نسيجها الداخلى عدد من الزوائد تعرف بالسترومات Stroma تتكون من عنق طويل وراس مستدير بنى او برتقالى اللون .

يتغطى سطح الراس بعدد كبير من الاجسام الزقية القارورية Perithecia ويمكن رؤيته بوضوح بقطاع في الراس حيث يلاحظ ان كلا منها يتزود بفتحه Ostiole ويخرج من قاعده الجسم الزقي عدد من الزقاق الصولجانيه الشكل ويحتوى كل زق على ثمانية جراثيم زقية خيطية الشكل .تتحررالجراثيم الزقية القارورية خلال فتحاتها وتحمل بواسطة الرياح حتى تصل إلى ازهار العائل لتعيد دورة الحياة.

مجموعة الفطريات القرصية

Discomycetes

تشمل هذه المجموعة الفطريات ذات الاجسام الثمرية الكاسية او القرصية التي تتكون على الارض وعلى كتل الاخشاب المتعفنة او الاوراق او الثمار او على روث الحيوانات . واجسامها الزقية (الكاس الزقي Apothecium) تكون زاهية اللون ، حمراء او صفراء او برتقالية في بعض الانواع او تكون بنية اللون وفى حالات قليلة تكون سوداء .

والكئوس الزقيه وان اختلفت انواعها الا انها تتفق فى صفة اساسية وهى انها تكون مفتوحة وتحمل الزقاق اما على السطح او داخل تجويف كبير مفتوح .

ويتركب الكأس الزقى من ثلاثة اجزاء :

1- الطبقة الخصيبة Hymenium layer

وهى طبقة الزقاق التى تبطن الجزء المجوف من القرص او الكاس وتتكون من زقاق اسطوانية او صولجانية الشكل يتخللها قليل او كثير من الشعيرات العقيمة .

2- الطبقة التحت خصبية Hypothecium

عبارة عن طبقة رقيقة من خيوط فطرية منسوجة تقع اسفل الطبقة الخصيبة

3- التخت Exoipulum

وهو الجزء الغض من الثمرة الزقية الذى يكتنف الطبقة تحت الخصيبة والطبقة الخصيبة ويتركب التخت من جزئين ، تخت خارجي وهو الطبقة الخارجية من الكاس الزقي وتخت نخاعي وهو يحتل الجزء الداخلي .

وتصنف الزقيات القرصية فوق الارضية (التي تنتج اجسامها الزقية فوق سطح الارض) الي مجموعتين تبعا لطريقة انطلاق الجراثيم من الزقاق .

1. **الزقيات القرصية غير الغطائية**

وتتميز بان جراثيمها تنطلق من ثقب دائري قمي.

2. **الزقيات القرصية الغطائية**

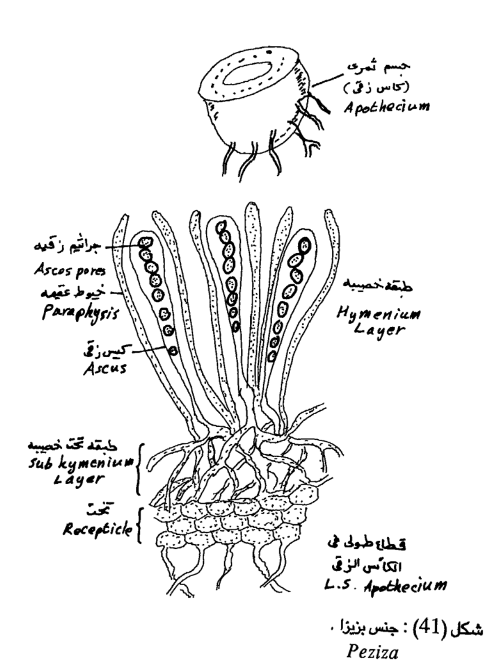
وفيها يوجد في طرف الزق قلنسوه مفصليه او شبه غطاء يفتح ويسمح بخروج الجراثيم .

تضم المجموعه الاولي رتبة البزيزالات Order: Pezizales وهي من الرتب فوق الارضية واهم اجناسها بزيزا *Peziza* ويعيش مترمما على المواد العضوية فى التربة والخشب وروث الحيوانات وليست للفطر القدرة علي التطفل وينمو غزلة الفطري مكونا خيوطا مقسمة تنتشر خلال الوسط الغذائي وحينما يحل موعد التكاثر يظهر علي سطح الوسط الغذائي الجسم الزقي الكاسي الشكل وعند دراسة قطاع عمودي في الكاس يتبين انه يتركب من الطبقة الخصيبة hymenium layer مبطنة للكاس من الداخل وتتكون من زقاق مرتبة ومتوازية تتخللها خيوط عقيمة ويحتوى كل زق على ثمانية جراثيم زقية وحيده الخليه مرتبه فى صف واحد ، يلي الطبقة الخصيبة طبقة تحت خصيبة Subhy- menium layer تتكون من خيوط فطرية متشابكة ويعقب ذلك التخت الذي يتكون من برانشيما كاذبة (شكل 41).

طائفة الفطريات البازيدية

Class: Basidiomycetes

تعتبر ارقي الفطريات واكثرها تعقيدا ،منها ما يحيا رميا ومايعيش متطفلا علي كثير من النباتات الاقتصادية فتسبب كثيرا من الامراض كمرض التفحم العادي Com- mon smut ، مرض التفحم السائب Loose smut مرض تفحم الحبوب Kernel smutوامراض الصدأ Rust diseases لكثير من النباتات الوعائية . كما يعتبر كثير من افراد الفطريات البازيدية ذا اهمية غذائية ، كما ان البعض الاخر له اهمية خاصة في تكوين الجذور الفطرية الخارجية Ectomycorrhiza.

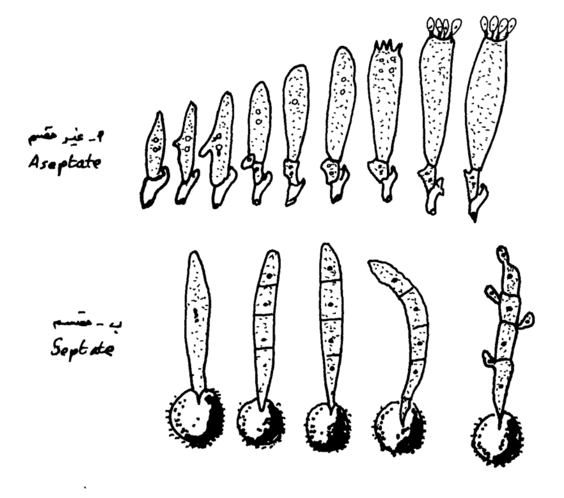


شكل (41) : جنس بزيزا .
Peziza

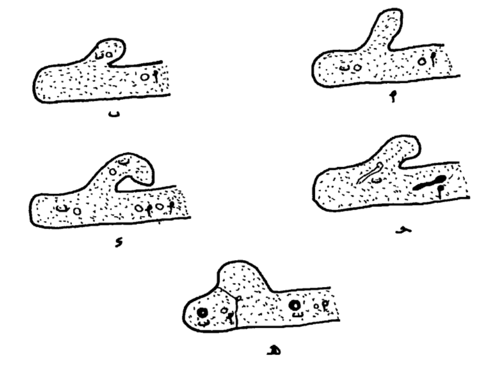
والبازيديات ذات غزل فطري مقسم ، والخيوط الفطرية متفرعة ذات تراكيب خاصة تعرف بحواجز Dolipore وعادة تنتج الجراثيم البازيدية خارج الخلية الامية الوالده لهاوالتي تعرف بالكيس البازيدي او الحامل البازيدي Basidium(جمع :حوامل بازيدية Basidia) والحامل البازيدي صولجاني الشكل مقسم او غير مقسم يحمل اربع ذنيبات Strigmata عند قمتة . والجراثيم احادية المجموعة الصيفية وتتكون غالبا داخل جسم ثمري الا انه في بعض الانواع تنشأ الخلايا البازيدية خارجيا كما في فطريات الاصدأ .

والجراثيم البازيدية تتكون عادة من نهاية خيط فطري تحتوي نهايته علي نواتين احاديتي الكروموسوم، تكبر هذه في النهاية وكذلك نواياتها وتنتفخ ويعقبها اتحاد للنواتين لتكوين نواة ثنائية المجموعة الصبغية ، تنقسم فيما بعد اختزاليا يعقبة انقسام غير مباشر لتعطي اربع انوية احادية المجموعه الصبغية وفي اثناء ذلك يتكون علي قمة النهاية اربع ذنيبات تمر كل نواه الي واحده منها ثم تتضخم قمه كل ذنيب وينتقل اليها جز ء من السيتو بلازم وبذلك تتكون الجرثومة البازيدية بعد انفصالها عن الذنيب ، كذلك قد يكون الحامل البازيدي مقسما الي عدد من الخلايا في صف واحد وينتج هذا الحامل بان تستطيل قمة خيط فطري وبعد اندماج نواتيها احادية المجموعه الصبغية ترتص في صف موار لطول الخلية ثم تتكون جدر عرضية تفصل الانوية عن بعضها فينتج حامل بازيدي مقسم ، ثم تنقسم نواة كل خلية خضرية الي نواتين تتجه احداهما الي نتوء يتكون علي الخلية وهو ينتفخ وينتقل اليه جزء من سيتوبلازم الخلية وبذلك تتكون الجرثومه البازيدية Basidiospore وتبقى النواه الاخرى فى خلية الحامل (شكل42).

تنبت الجراثيم البازيدية لتعطى غزلا فطريا اوليا مقسما احادى المجموعة الصبغية ، قد تتحد بعض خلاياه مع خلايا غزل فطري اخر متوالف فتنتج خلايا ثنائية النواه احادية الكرموسوم او تتحد خلاياه مع جراثيم Oidia التى ينتجها غزل فطري احادى الكروموسوم وتنتقل محتويات الجرثومة إلى الخلية ويمثل هذا التزاوج الجنسى فى هذه الفطريات وبذلك لا تكون هذا المجموعة اعضاء جنسيه ، يعقب ذلك انتاج الروابط الكلابيه Clamp connection التى تنتج خيوطا فطرية ثنائية النواه احادية الكروموسوم (شكل43).



شكل (42) : تكوين الحامل البازيدي .
Basidium formation



شكل (43) : تكوين الرابط الكلابى .

Clamp connection formation

تتكاثر البازيديات لا جنسيا بواسطة التبرعم ، تكوين الجراثيم الكونيدية ، وكذلك خضريا بتقطع اجزاء من الغزل الفطرى .

تصنيف الفطريات البازيدية

تصنف طائفة الفطريات البازيدية طبقا لشكل وتركيب الحامل البازيدي إلى ثلاث تحت طائفة هى :

1- تحت طائفة تيلوميسيتدى

Subclass : Teliomycetidae

2- تحت طائفة هولوبزيديوميسيتدى

Subclass: Holobasidiomycetide

3- تحت طائفة فراجموبزيديوميسيتدى

Subclass: Phrogmobasidioycetidae

تحت طائفة تيلوميسيتدى

Subclass :Teliomycetidae

تحتوى تحت طائفة التيلومسيتدي على فطريات متطفلة على كثير من النباتات الوعائية ، تتسبب فى امراض التضخم Smuts للذرة الشامية ، القمح ، النخيل وغيرهاكذلك امراض الاصداء Rusts للقمح ، الفول وغيرها .

تضم الفطريات المتباينه والتى تكون حامل بازيدى مقسم او عميق التجزؤ او قد يكون جرثومة ساكنة سميكة الجدار وهى الجرثومة التيليتية Teliosporeتنبت لتعطى انبوبة قصيرة تتولد عليها جراثيم بازيدية والتى غالبا ما تتبرعم ، يتبع تحت طائفة التيليوميسيتدى رتبتان كبيرتان وهما :

1- رتبة اليوريدنيلات

Order : Uredinales

2- رتبة اليستيلاجونيلات

Order: Ustilaginales

واللتان سوف نعرض لهما فالرتبة الاولى هى المسببة لامراض الاصداء Rusts

اما الثانية وهى مسببة لامراض التفحم Smuts في كثير من النباتات الراقية كما ذكرنا.

رتبة اليوريدنيلات

Order Uredinales

تشمل قرابة 6000 نوع من الفطريات تسمي مسببات امراض الاصداء Rusts ، وهى متطفلة اجباريا بالرغم من انه امكن اخيرا تنميتها على بيئات مغذيه صناعيه ، بعضها يكون نوعا واحدا من الجراثيم الثنائية النواه (تيليتيه) فتسمى اصداء قصيره (ناقصة) الدورة والبعض الاخر ينتج اكثر من نوع من الجراثيم ثنائية النواه فتسمى اصداء طويلة (كاملة) الدورة . كذلك بعضها يحتاج إلى عائل واحد لاتمام دورة حياته فيعرف بصداء احادى العائل بينما اذا احتاج إلى نباتين مختلفين تماما سمى بصداء ثنائى العائل وتسمى هذه الظاهرة بتباين العوائل .

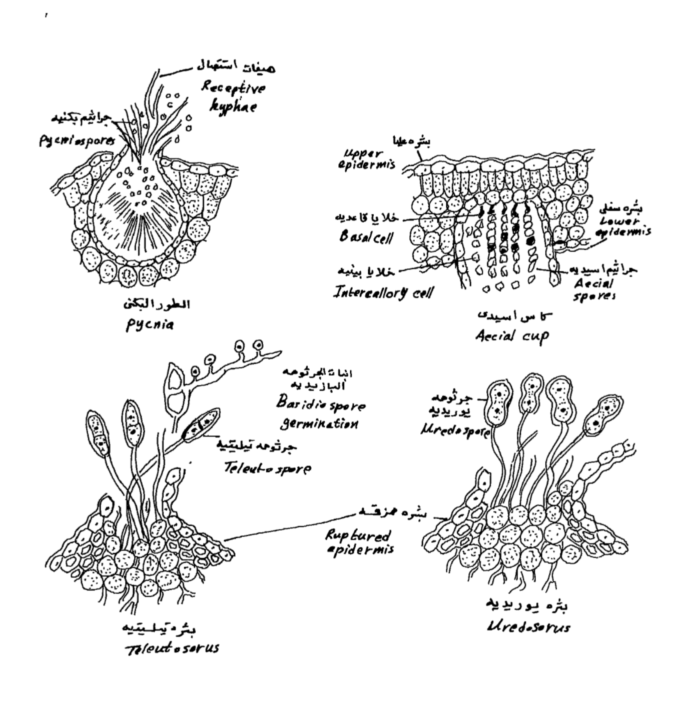
يكون افراد هذه المجموعة نوعين من الغزل الفطرى احدهما احادى النواه والاخر ثنائى النواه الا انهما احاديا الكروموسوم - ينتج الاول من انبات الجراثيم البازيدية ويستمر حتى تكوين الجراثيم الاسيديةAeciopores التى تنبت وتعطى غزلا فطريا ثنائى النواه والذى يستمر حتى نهاية عمر الطفيل والروابط الكلابية قليلة الحدوث .

اغلب افراد هذه الرتبة متخصصة التطفل على نوع واحد من النباتات والبعض الاخر على اكثر من نوع واحد .

يتبع هذه الرتبة ثلاثة فصائل اهمها الفصيلة الباكسينيه Family: Pucciniaceae وتشمل13 جنسا تكون جراثيم تليتيه معنقه عادة تتكون من خلية واحدة او اكثر ذات جدر بنية محمرة سميكة ملساء من اهم اجناسها الباكسينيا*Puccinia* وينتمى اليها فطر باكسينيا جرامينيس *Puccinia graminis* وهو فطر ذو عائلين الاول نبات القمح حيث يسبب له مرض صدا الساق الاسود Black stem rust والثاني هو نبات البربريس *Berberis*.

دورة حياة فطر الباكسينيا جرامينيس

تمر دورةحياة الفطر بخمس مراحل (شكل 44) وهى:



شكل (44) : جنس باكسينيا .
Puccinia

1- الطور البكنى Pycnial stage الذى يحتوى على الخلايا الذكرية -Pyci nosopors , Spermatia والخلايا الانثوية ، الخيوط المستقبلة Receptive hyphae

2- الطور الاسيدى Aceial stage يحتوى على الجراثيم الاسيدية Aeciospores

3- الطور اليوريدي Uredial stageويحمل الجراثيم اليوريدية - Uredios pores

4- الطور التيليتي Telial stage ويحمل الجراثيم التيليتية Teliospores .

5- الطور البازيدى Basidial stage ويحمل الجراثيم البازيدية Basidios pores

فتبدا الدوره بانتقال الجراثيم البازيدية Basidiospores والتي تحمل بواسطة الرياح حتي تسقط علي اوراق نبات البربريس ، فتعطي انبوبة انبات تخترق جدار خلية البشرة فتنمو ثم تتفرع الي هيفات عديدة تنتشر خلال خلايا الميزوفيل Mesophyll والغزل الفطري في هذه الحالة يتميز بخلايا وحيدة النواة . وبعد اربعه ايام ينتج الميسيليوم (الغزل الفطري) البكنيدات Pycnidia وهي اجسام قارورية الشكل تظهر علي السطح الخارجي لورقة البربريس ولها فتحة وتخرج من جوانب البكنيدات هيفات طويلة رقيقة تسمي هيفات مستقبلة وتختلط معها هيفات اخري تنقطع اطرافها لتعطي الجراثيم البكنية Pycinospores كماتحتوي البكنيدةعلي خيوط عقيمة Paraphyses وتتجمع الجراثيم البكنية في سائل رحيقي عند فتحة البكنيده يجذب الحشرات والتي تنقل الجراثيم البكنيه من بكنيده الي اخري .

وهناك نوعان من الجراثيم البكنية : جراثيم بكنية موجبة تنشأ من بكنيدات موجبة وتنتج من ميسيليوم موجب ، وجراثيم سالبة تنشأ من بكنيدات سالبه وميسيليوم سالب وتلتحم جرثومة بكنية من النوع الموجب مثلا مع هيفا مستقلة من النوع السالب او العكس .لايحدث ابدا التحام جرثومة وهيفا من نفس النوع . وينتج عن الالتحام هيفات ثنائية

النواة ، تنمو وتتفرع داخل نسيج ورقة البربريس ثم يتجمع الميسيليوم ثنائي النواه علي السطح السفلي للورقة ليكون الكاس الاسيدي Aecial cup ويتكون الكاس الاسيدي من جدار هو عباره عن هيفات منضغطة ، ويملأ تجويفه هيفات عديدة وتتقطع هذه الهيفات من اطرافها لتعطي الجراثيم الاسيديه Aeciospores ثم تنفصل هذه الجراثيم عن بعضها وتحمل بواسطة الرياح ختي تستقر علي اوراق نبات القمح فتنبت لتعطي هيفات تخترق الثغور ، وتنتشر الميسيليوم في الفراغات البينيه وهذا الميسيليوم مقسم نو خلايا ثنائية النواة .

بعد عدة ايام من الاصابه يبدأ الغزل الفطري في تكوين تجمعات لجراثيم وحيدة الخلية صفراء اللون خشنة الملمس تسمي بالجراثيم اليوريدية Uredospores وهذه تضغط علي البشرة فتمزقها وتبرز الجراثيم في مجموعات كبيره خارج الورقة ، ،بذلك تظهر علي الورقة بثرات مستطيلة لونها اصفر تسمي بالبثرات اليوريدية Uredosorus وتنتشر الجراثيم اليوريدية بواسطة الهواء وتسقط علي اوراق اخري مسببه ظهور اجيال اخري من الطور اليوريدي ويلاحظ ان الجراثيم اليوريدية يمكنها ان تصيب اوراق القمح الخضراء ويبدأ ظهور الطور التيليتي عند اصفرار اوراق القمح فتبرز الجراثيم التيليتية Teleutosporesمن الغزل الفطري في الورقة المصابه علي شكل تجمعات تسمي البثرة التيليتية Teleutosorus وهي بثرات سوداء والجرثومة التيليتية تتكون من خليتين كل منهما ذات نواتين وجدار سميك ولكنة ناعم الملمس والجرثومة التيليتية ليست لها القدرة علي اصابة القمح او البربريس بل تسقط في التربة وتظل ساكنة خلال فصل الشتاء وقبل سقوطها تتحد النواتان داخل كل خليه لتكون نواة واحدة ثنائية الكروموسوم .

في الربيع تبدأ في الانبات وتنقسم النواه مرتين اولهما اختزالي والثاني انقسام غير مباشر ، لتنتج اربع نوايات ثم تنبت كل خليه لتعطي انبوبه انبات طويلة تسمي بازيده تترتب داخلها الاربع نوايات وتترسب جدر فاصلة تقسم البازيده الي اربع خلايا ، وتخرج من كل خليه ذنيب صغير ينتفخ طرفة ليستقبل النواه الموجوده في الخليه ثم ينفصل الطرف المنتفخ ليكون الجرثومة البازيدية وبذلك تتكون اربع جراثيم خارج البازيده المقسمة وتنتشر الجراثيم البازيديه بواسطة الهواء الي ان تصل الي اوراق نبات البربريس لتبدأ

رتبة اليستيلاجونيلات

Order: Ustilaginales

تشمل هذه الرتبة قرابة 600 نوع من الفطريات والتي لها القدرة علي التطفل علي كثير من النباتات الوعائية مسببه مجموعه من امراض التفحمات Sumuts. تتميز هذه المجموعه بتكوين جراثيم كلاميدية (تيليتية) سميكه الجدر نوعا ، لونها بني او اسود تنبت لتعطي حاملا بازيدي مقسما يحمل جراثيم بازيديه- يطلق عليها ايضا لفظ سبوريديا Sporidia- جالسة غالبا وتنبت بالتبرعم . وعند انبات الجراثيم البازيدية تعطي غزلا فطريا احادي المجموعه الصبغية تتحد خلاياه وخلايا غزل فطري اخر لتنتج خلايا ثنائية المجموعه الصبغية عن طريق الروابط الكلابيه .

يتبع هذه الرتبة ثلاث فصائل هي

1. الفصيلة اليوستيلاجينيه

Family: Ustilaginaceae

2. الفصيلة التيلاتيتيه

Family: Tilletiaceae

3. الفصيلة الجرافيليه

Family : Graphiolaceae

الفصيلة اليوستيلاجينيه

Family : Ustilaginaceae

تتميزافراد هذه الفصيله بان جراثيمها التيليتية تعطي بازيديم مقسما الي اربع خلايا ، وجراثيمها البازيدية تتبرعم مكونة عددا من الجراثيم الاسبوريدية، بعض اجناس هذه الفصيلة لا تكون جراثيم بازيدية بل تتكون بدلا منها هيفات عادية .

تشمل هذه الفصيلة عدة اجناس اهمها يوستلاجو *Ustilago* ،

سفيثيلوسيكا*Sphacelotheca* وتيلبوسبوريم *Tolyposporium* وتعتبر افراد هذه الفصيلة طفيليات هامه اقتصاديا حيث تتسبب في الاصابة بامراض التفحم مثل مرض التفحم العادي في الذرة Common smut ويتسبب بواسطة فطر يوستلاجو مايدس *Ustilago maydis*، مرض التفحم السائب في القمح Loose smut ويتسبب بفطر يوستلاجو ترتيكاي *Ustilago tritici* ومرض تفحم الحبوب في الذرة الرفيعKernl smut بواسطة فطر سفيثلوسيكا سورجاي *Sphacelotheca sorghi* كذلك مرض التفحم الطويل في الذرة الرفيعه Long smut بفطر تيلبوسبوريم اهرينرجي *Toly-posporium ehrenbergii*.

الفصيلة التيلاتيتيه

Family : Tilletiaceae

تكون افرادها بازيديم غير مقسم يحمل علي قمته 4-50 جرثومه بازيدية (sporidia) كذلك تتكون جراثيمها الكلاميدية (تيليتيه) من قمم هيفات او افرع قصيرة او خلايا وسطيه نتيجة اتحاد نوايتها احاديتي المجموعه الصبغية ثم افراز جدار سميك قاتم اللون قد تتكون هذه الجراثيم مفرده او متجمعة.

يعتبر جنس تيليتيا *Tilletia* من اهم افراد هذه الفصيلة حيث تسبب انواعا تنتمي اليه وهي تيليتيا كاريس *Tilletia caries* وتيليتيا فيوتيدا*Tilletia foetida* في الاصابة بمرض التفحم النتن (المغطي) في القمح Bunt (covered) smut

دورة حياة فطر تيليتيا كاريس *Tilletia caries* وتيليتيا فيوتيدا . *Tilletia foetida*

يعتبر كل من فطر تيليتيا كاريس *Tilletia caries* وتيليتيا فيوتيدا *Tille-tia foetida* من اهم الفطريات المسببه لمرض التفحم النتن (المغطي) في القمح ، حيث يعتبر هذا المرض من اكثر امراض القمح شيوعا فى العالم .

هذا ويمكن التمييز بين هذين النوعين من الفطريات وذلك من شكل الجراثيم الكلاميدية حيث انه يوجد علي سطح جراثيم الفطر الاول نقر دقيقة . اما جراثيم الفطر الثاني فهى ملساء – الجراثيم الكلاميدية لكل منهما تنبت بعد اندماج نواتيهما وتعطى

حاملا بازيدى غير مقسم يحمل على قمته 8-16 جرثومة بازيدية خيطية احادية المجموعة الصبغية يتحد كل زوج منها فى مكانه ويأخذان شكل حرف H (شكل 45) والذى يصبح ثنائى المجموعة الصبغية ثم تتحد نواتاة وينبت ويعطى جراثيم ثانوية منجلية الشكل شفافة ثنائية الكروموسومات تعطى فيما بعد غزلا فطريا ثنائى المجموعة الصبغية .

تظهر اعراض هذا المرض على السنابل فقط ، كما يقل نمو النباتات والسنابل المصابة اقل سمكا واكثر تفتحا من السنابل السليمة كما انها ادكن منها لونا والحبوب المصابة عبارة عن اكياس مملوه بمسحوق اسود وذات رائحة نتنه مميزة (الشكل 45).

يعيش هذا الفطر فى التربة او على سطح الحبوب لعدة سنوات على هيئة جراثيم كلاميدية تنبت فى الظروف الملائمة وتعطى جراثيم بازيدية ثم جراثيم ثانوية وتصيب البادرات .

الفصيلة الجرافيلية

Family : Graphiolaceae

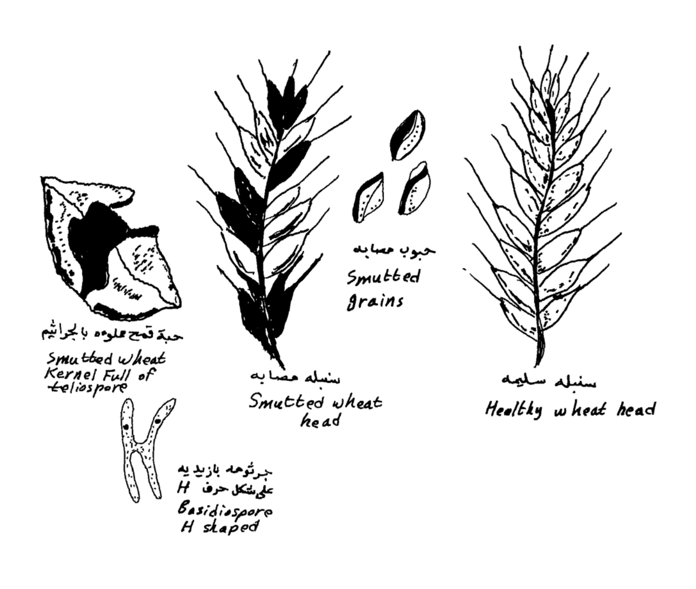
تتطفل اغلب افراد هذه الفصيلة علي بعض انواع النخيل وتتمير افرادها بان جراثيمها التيليتيه تنبت مباشرة بدون تكوين حامل بازيدي وتعطي كل جرثومه اربع جراثيم بازيدية سميكة الجدار كذلك تتكون الجراثيم الكلاميدية في صفوف راسيه داخل بثرات متخصصه يبلغ قطرها 0.5 ـ 2.0 مم

من اهم اجناس هذه الفصيلة جنس جرافيولا *Graphiola* والذي ينتمي اليه جرافيولا فونيكس *Graphiola phoenicis* وهو المسبب لمرض تفحم النخيل Smut of palm tree

تحت طائفة هولوبزيديوميسيتدي

Subclass :Holobasidiomycetldae

ارقي الانواع الفطرية وتكون افرادها بازيديم غير مقسم اسطواني الشكل داخل جسم شبه ثمري مبطن بطبقة تعرف بالطبقة الخصيبة Hymenium layer تحمل هذه



شكل (45) : مرض التفحم النتن (المغطي) فى القمح .
Bunt (covered) smut disease of wheat .

الحوامل الجراثيم البازيدية علي قمة نتؤات او ذنيبات Sterigmata تنبت الجراثيم البازيدية مباشرة بدون تبرعم كما تمتاز بوضوح حدوث الروابط الكلابية . والقليل منها يكون حوامل بازيدية مكشوفة علي طبقة خصيبة رقيقة .

معظمها فطريات رمية في التربة الرطبة الغنية بالمواد الغذائية بينما البعض الاخر فطريات متطفله وتسبب الاصابة بامراض عفن الجذور Root rot وتقرحات الساق Stem canker

لعدد كبير من افرادها قيمة غذائية هامه كما يستغله البعض استغلال تجاريا جيدا وان كان لبعض افرادها تأثير سام للانسان والحيوانات .

تحت طائفة الهولوبزيديوميسيتدي هذه تتبعها مجموعه من الرتب سوف نتناول منها رتبة الاجريكالات Order: Agaricales.

رتبة الاجريكالات

Order :Agaricales

في رتبة الاجريكالات تنضج الطبقة الخصيبة وتتعرض للجو نتيجة تفتح الثمرة البازيدية قبل نضج الجراثيم البازيدية .

تنتمي الي هذه الرتبة الفصيلة الاجركاسية Family Agaricaceae ذات الاهمية الاقتصاديه الهامه .

الفصيلة الاجريكاسية

Family : Agaricaceae

تحتوي هذه الفصيلة علي الفطريات المعروفة باسم المشروم او عيش الغراب او اجاركس *Agaricus* ويعتبر هذا الفطر ذا قيمة غذائية للانسان بينما يعتبر بعض انواعه من الفطريات السامه جدا .

والاجاركس فطر رمي يعيش في التربة الغنية بالمواد العضوية ويتكون من خيوط

فطريه مقسمه ومتفرعه تنتشر في التربة لتحصل علي غذائها العضوي وفي وقت التكاثر يظهر الحامل الجرثومي علي سطح التربة ويكون شكله في بادي الامر مستديرا او كمثري الشكل . وعندما يكتمل تكوينه ياخذ شكل مظله ذات راس عريض Pileus وعنق Stipe ويحمل الراس علي سطحه السفلي صفائح عديدة ورقيقة تصل بين العنق وحافة الرأس تسمي الخياشيم Gills والخياشيم تكون في مراحلها الاولي مغطاه بنقاب Velum يصل مابين حافة الرأس الي الجزء العلوي من العنق ويتمزق عند النضج فتتعرض الخياشيم للجو الخارجي وتظل بقايا النقاب عالقة بالعنق مكونة مايسمي بالحلقه او الطوق Annulus (شكل 46) .

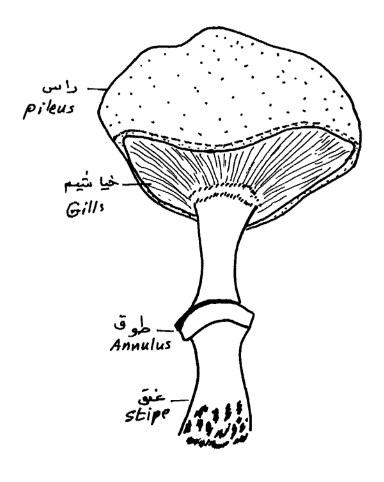
عند دراسة قطاع عمودي في الخيشومه (شكل 47) يتبين انها تتكون من منطقة وسطيه تسمي الترامـا Trama وهي تتكون من هيفات متشابكه تتقوس الي الخارج لتنتهي بطبقةتسمي تحت الخصيبة Sub Hymenium ويليهاالطبقة الخصيبه تتكون من خلايا صولجانية الشكل تسمى البازيدات Basidia ويبرز من قمة كل بازيده اربعه نتوات او ذنيبات Sterigmata يحمل كل منها جرثومة بازيدية كروية او بيضاوية الشكل وتختلط البازيدات في الطبقة الخصيبة مكونة خلايا تشبها غير انها لا تحمل جراثيم بازيدية وهذه تسمي بالشعيرات العقيمه وعندما تنضج الجراثيم البازيدية تنفصل من الخياشيم فاذا سقطت في تربة مناسبة تنمو لتعطي غزلا فطريا جديدا .

طائفة الفطريات الناقصة

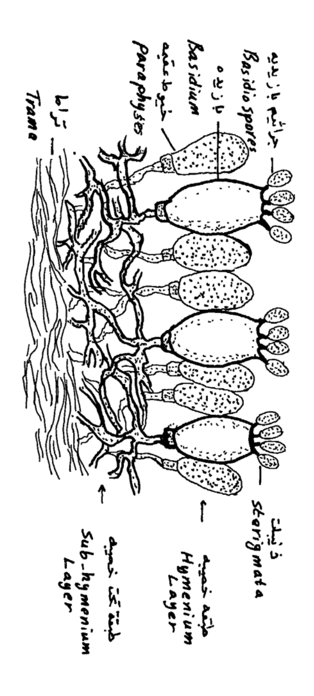
Class: Deuteromycetes (Fungi imperfect)

تعرف هذه الفطريات بالفطريات الناقصة وذلك لعدم وجود الدوره الجنسيه بها ولكن يتم التكاثر فقط لاجنسيا بل بانتاج الجراثيم الكونيدية علي تراكيب مختلفة .

تحوي هذه الطائفة مجموعه كبيرة من الاجناس والانواع الفطرية المترممه غير ان بعض انواعها يسبب فساد اللحوم حتي عند درجات الحراره المنخفضة والبعض الاخر



شكل (46) : جنس عيش الغراب .
Agaricus



شكل (47) : قطاع طولى فى خيشومة فطر عيش الغراب .

L.s. *Agaricus* gills

متطفل وتحدث امراضا للانسان مثل مرض الـ Geotrichosis الذي يصيب الجهاز التنفسي والجلد والبعض الاخر يحدث امراض لكثير من النباتات الاقتصادية مثل امراض اللفحة ، تبقع ثمار البسله Blight and pod spot ومرض انثراكنوز الفاصوليا Bean anthracnose وغيرها .

هذا وقد ثبت مؤاخرا مقدرة عددكبير من انواع فطريه تنتمي الي هذه الطائفة علي افراز انواع مختلفة من السموم الفطرية Mycotoxins ذات التاثير الضار علي صحة كل من الانسان ، الحيوان والنبات .

وتتميز افراد هذه الطائفة بانها ذات غزل فطري يتكون من مجموعة من الخيوط الفطرية المقسمه لامعة او ملونة .

تصنيف طائفة الفطريات الناقصة

تصنف افراد هذه الطائفة حسب تركيب اجسامها الثمريه الخضرية (شكل 48) الي ثلاث رتب وهي :

1. رتبة السفيرياسيدلات

Order : Sphaeropsidales

حيث تتكون جراثيمها الكونيدية داخل اوعية خاصةتعرف بالاوعية البكنيدية Pycnidia .

2. رتبة الملانكونلات

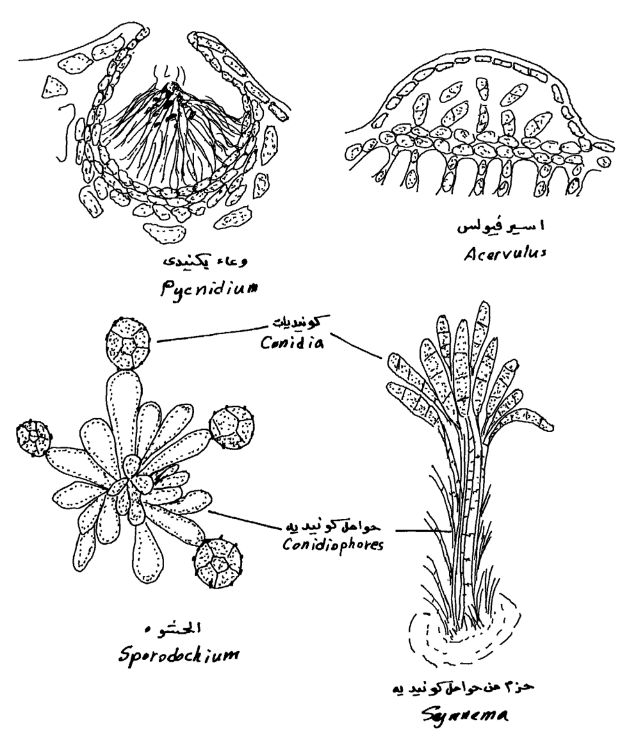
Order :Melanconiales

تتكون الجراثيم الكونيدية حره داخل تركيب شبة الوساده او شكل الطبق ، تتكون من جسم الفطر وتسمي اسيرفيولس Acervulus .

3. رتبه المونيليلات

Order : Moniliales

تتكون الجراثيم حرة علي حوامل كونيدية مختلفة بسيطة او متفرعة او في حزم Cynnema او علي سطح تركيب يشبةالمخده من الحوامل الجرثوميه المتجمعه تعرف باسم الحشوة Sporodochium .



شكل (48) : انواع الاجسام الثمريه فى الفطريات الناقصة .
Types of fruity bodies in deuteromycetes

هذا ونتناول هذه الرتب فيما يلي

رتبة السفيروباسيدلات

Order : Sphaeropsidales

تتميز بتكوين جراثيمها الكونيدية داخل وعاء بكنيدي Pycnidia يختلف شكله من الكروي الي القرصي .

تحتوي هذه الرتبة علي عدد من الفصائل اهمها الفصيلة السفيروباسيديه -Fami ly Sphaeropsidaceae وهي ذات اوعية بكنيدية سوداء اللون جلدية لها غالبا فتحة دائرية اغلبها رمية من اجناسها الفوما *Phoma* وبترويددبلوبيدا *Botryodiplodia* (شكل 49) .

تسبب افراد هذه الفصيلة كثيرا من الامراض الفطرية للنباتات الوعائيةمثل مرض لفحة وتبقع ثمار البسله Bligh and pod spot حيث يصيب المجموع الخضرى للنبات فتظهر على هيئه بقع غير منتظمة بنية الشكل على الاوراق وتسبب اصابة الثمار بظهور بقع مستديرة بها نقط سوداء فى حجم الدبوس وهي عبارة عن الاوعية البكنيدية كما يتطفل بعض انواعها على نباتات العنب والقمح ومسببا لها مرض التبقع الورقى .

رتبة الملانكونلات

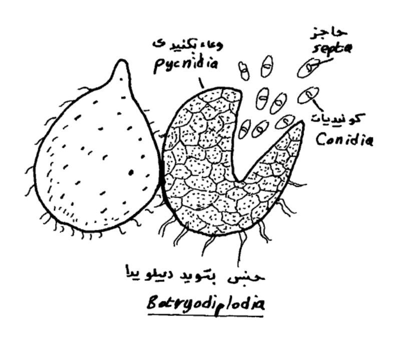
Order: Melanconiales

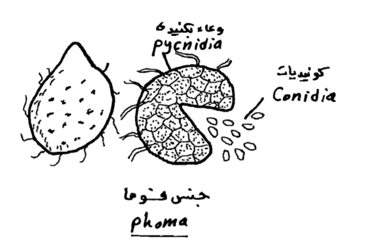
ان افراد هذه الرتبة كما ذكرنا تكون جراثيمها الحرة داخل تراكيب وسادية طبقية الشكل تعرف ب Acervulus

تشمل على فصيلة واحدة وهى الملانكونيلية Family : Melancoiaceae التى تحتوى على عدد الاجناس اهمها جنس بستالوتيا *Pestalotia* (شكل 50) .

حيث تظهر المستعمرة داكنة اللون والفطر يكون الاجسام الطبقية الشكل Acervulus وتحمل بداخله حوامل كونيدية صغيرة والكونيديات مغزلية تتكون كل منها من 3–4 خلايا والخلايا الطرفية شفافة تخرج منها زوائد متفرعة غالبا .

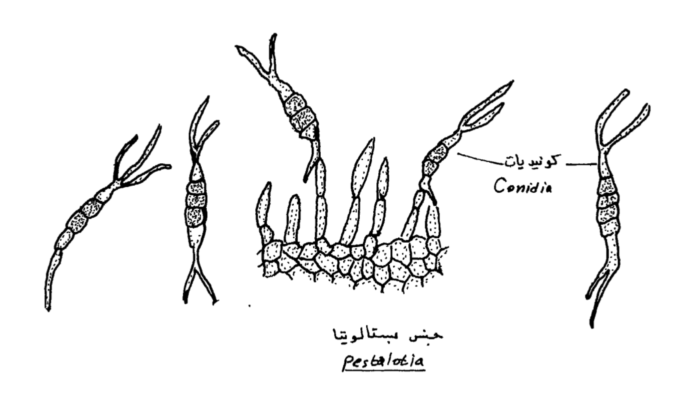
بعض انواع هذه الفصيلة متطفل على ساق ، اوراق وثمار بعض النباتات مثل





شكل (49) : جنس الفوما وجنس البترويددبلوبدا .

Phoma and *Botryodiplodia*



شكل (50) : جنس بستالوتيا.
Pestalotia

العنب ، والطماطم ، الباذنجان ، الفاصوليا ، القرعيات وخاصة البطيخ حيث يسبب احد انواعها ما يسي بمرض انثراكنوز Anthracnose البطيخ .

كما يتسبب بعض افرادها فى الاصابة بمرض التبقع الورقى للقرعيات الذى يصيب جميع الاجزاء النباتيه أعلى سطح التربة حيث تظهر بقع داكنه اللون بنيه على الساق والاوراق او الثمار فتظهر عليها بقع مستديرة بنيةاللون تتعمق إلى الداخل فتظهر مع البذور مسببة ندبات صغيرة سواء عليها .

رتبة المونيليلات

Order : Moniliales

ان هذه الرتبة كما ذكرنا سابقا تكون جراثيمها الكونيدية الحره على حوامل كونيديه مختلفة مفرده بسيطه او متفرعه او فى حزم Cynnema او على شكل وساده تشبه المخده من حوامل جرثومية متجمعة Sporodochium ، كما ان جراثيمها الكونيديه فى اغلب الحالات ملونه .

وتعد هذه الرتبة من اكبر رتب الفطريات الناقصة فيتبعها اكثر من 75جنسا و اكثر من 10.000 نوع ومعظمها مترممة ومتطفلة على كثير من النباتات الوعائية .

تصنف الفطريات المنتمية إلى رتبة المونيليلات وفقا لطبيعة ولون الحوامل والجراثيم الكونيدية إلى اربع فصائل هى :

1- الفصيلة المونياليه

Family : Moniliaceae

وتمتاز بان الحوامل بها بسيطة او متفرعه وكل من هذه الحوامل بالاضافة إلى الجراثيم الكونيدية تكون شفافة Hyaline.

2- الفصيلة الديماتسية

Family : Dematiaceae

فى هذه الفصيلة كل الحوامل الكونيديه والجراثيم الكونيديه تكون داكنه اللون Dark

3-الفصيلة التيبراكيرليه

Family :Tuberculariaceae

وفيها تكون الحوامل الكونيديه وساده جرثوميه تعرف ب Sporodochium

4-الفصيلة الاستلبسيه

Family : Stilbaceae

فى افراد هذه الفصيلة تتجمع الحوامل الكونيديه فى حزم تسمى Cynnema

ونعرض بايجاز لهذه الفصائل الفطرية المختلفة فما يلى :

الفصيلة المونياليه

Family : Moniliaceae

تشمل عددا كبيرا من الاجناس والانواع الفطرية المختلفة ذات حوامل كونيديه بسيطة او متفرعه وكل هذه الحوامل الكونيديه والجراثيم الكونيديه شفافه Hyaline

و نعرض فيما يلى وصفا للتراكيب الجسدية لعدد من اجناسها

1- جنس باسلوميسيس

Paecilomyces

يشبه البنسيليوم غير ان الذنيبات تنفرج وقمتها حاده وقد تختزل الذنيبات إلى ذنيب واحد على الحامل الكونيدى (شكل 51).

2-جنس جلوكلاديم

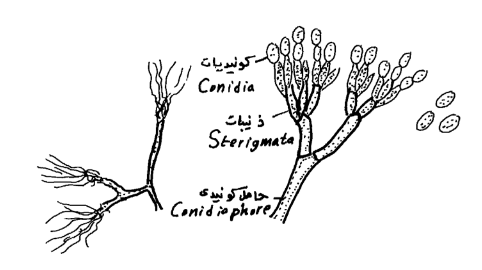
Gliocladium

يشبه البنسيليوم الا ان الكونيديات تحاط بمادة هلامية ومنه نوع ذو لون وردى ونوع اخر ابيض مخضر(شكل 52) .

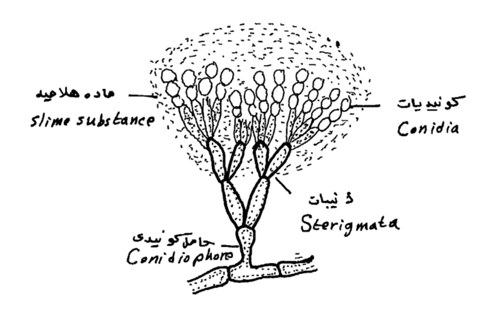
3- جنس سكوبيلاريوبسس

Scopulariopsis

ذو غزل فطرى بنى مصفر وحوامله الكونيديه قصيره وجدار الكونيدة مغلط وخشن (شكل 53)

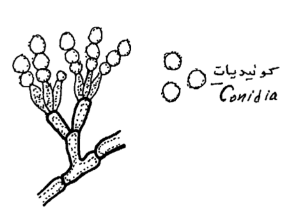


شكل (51) : جنس باسيلوميسيس .
Paecilomyces



شكل (52) : جنس جلوكلاديم .

Gliocladium



شكل (53) : جنس سكلوبيلاريوبسس .
Scopulariopsis

4-جنس ترايكوثيسيم

Trichothecium

وهو ذو حامل كونيدى قائم ومقسم وغير متفرع، الكونيديات فى مجاميع طرفيه ذات خليتين فاتحة اللون (شكل 54).

5- جنس ترايتركتم

Tritirachium

تترتب الذنيبات فى هذا الجنس في وضع سوراى او متقابل اطرافها متعرجة والكونيديات بيضاوية (شكل 55).

6- جنس ارثروبترس

Arthobotrys

الفطر سريع النمو الحوامل الكونيديه طويله وتخرج الكونيديات فرديه على بروزات عند مناطق مختلفة على الحامل الكونيدى والكونيدة تتكون من خليتين والخلية العليا اكبر من السفلي (شكل 56).

الفصيلة الديماتسيه

Family : Dematiaceae

ذات غزل فطرى وجراثيم كونيديه داكنة اللون Dark تحتوى على مجموعة كبيره من الاجناس الفطريه ونعرض التراكيب الثالوسيه لعدد منها وهى :

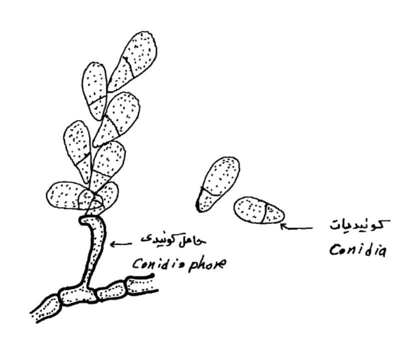
1- جنس ستاكيوبترس

Stachybotrys

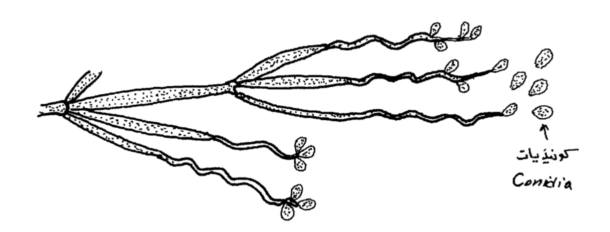
لون المستعمره اسود والحوامل الكونيديه تحمل مجموعة من الذنيبات منتفخة من اعلى وذات بروز والكونيديات فرديه ملساء اهليلة الشكل سوداء اللون وغالبا يوجد بها نقطتان زيتيتان (شكل 57).

2- جنس ممنونيلا

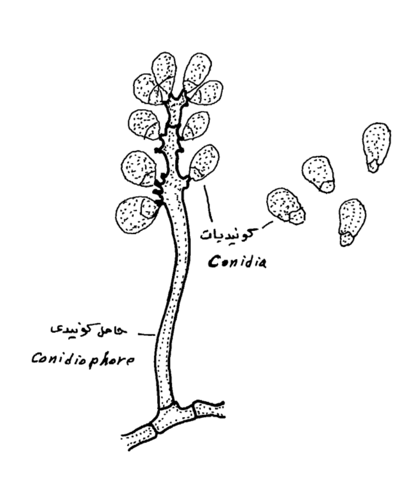
Memnoniella



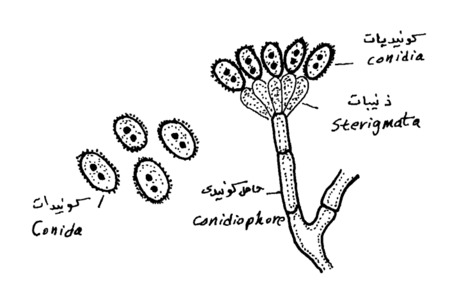
شكل (54) : جنس ترايكوثيسيم .
Trichothecium



شكل (55) : جنس ترايتر كتم .
Tritirachium



شكل (56) : جنس ارثروبترس .
Arthrobotrys



شكل (57) : جنس استاكيوبترس .
Stachybotrys

المستعمرات قطيفيه سوداء والحوامل الكونيديه ملساء إلى خشنه والذنيبات في مجموعات صولجانية الشكل والكونيديات فى سلاسل ذات شكل مستدير سوداء اللون خشنه (شكل 58).

3- جنس توريولا

Torula

هو احد الاجناس المحبة للحرارة ذو غزل فطري زاحف متفرع وداكن اللون الحوامل الكونيديه قصيره وتنهي بسلاسل طويله من الكونيديات والكونيديات مستديرةسوداء (الشكل 59)

4- جنس هيميوكولا

Humicola

المستعمرات رماديه او بنيه إلي سوداء اللون والغزل الفطرى سطحى وينغمس جزء منها فى الوسط الغذائي والكونيديات فرديه مستديره إلى بيضاويه الشكل بنيه اللون ملساء الملمس (شكل 60) .

5 – جنس الكيورفيولاريا

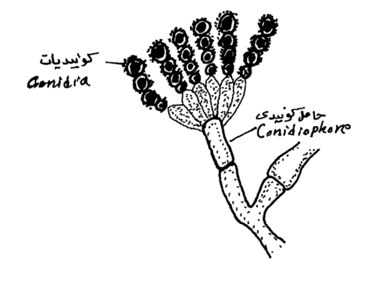
Curvularia

مستعمرات رمادية أو سوداء ، الحوامل الكونيدية غالبا متعرجة ملساء ، الكونيديات فردية منحنية غالبا ذات ثلاثة حواجز عرضيه وونها داكن ، احيانا الخلايا الطرفية فاتحة اللون والكونيديات ملساء إلى خشنة (شكل 61)

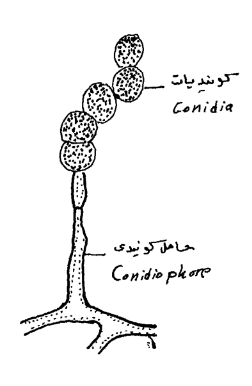
6- جنس الديرشسليرا

Drechslera

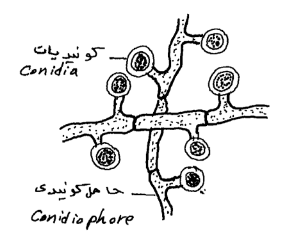
المستعمرات رماديه إلي سوداء والحوامل الكونيديه متعرجةوغير متفرعة بنية اللون وملساء والكونيديات فرديه مستقيمه او منحنية داكنة اللون ملساء بها اكثر من ثلاثة حواجز عرضية داكنة اللون (شكل 62)



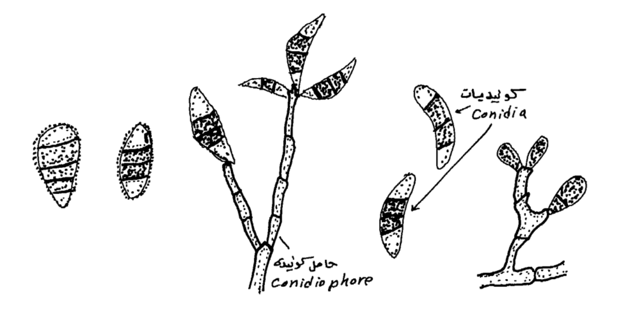
شكل (58) : جنس ممنونيلا .
Memnoniella



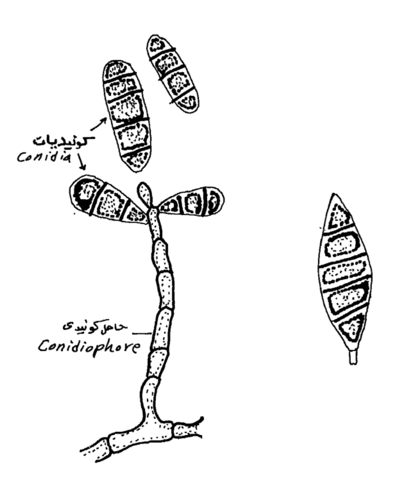
شكل (59) : جنس توريلا .
Torula



شكل (60) : جنس هيميكولا.
Humicola



شكل (61) : جنس كيورفيولاريا.
Curvularia



شكل (62) : جنس ديرشسليرا .
Drechslera

7- جنس الترناريا

Alternaria

المستعمرات رمادية او ذات لون بنى مسود او اسود ، الحوامل الكونيديه تتفرع تفرعات غير منتظمه والكونيديات في سلاسل صولجانيه الشكل تقريبا ملساء او خشنة لها حواجز عرضية او مائلة كذلك حواجز طوليه (شكل 63).

تتطفل افرادها على كثير من النباتات الوعائيه كالطماطم ، والبطاطس مسببه لها مرض اللفحة المبكرة للاوراق Early leaf blight كذلك مرض لفحة وتبقع اوراق الذرة حيث تظهر بقع مستطيلة غير منتظمه داكنه او بنيه اللون تجف فيما بعد متحولا لونها إلى الزيتونى مع وجود بقع بنيه منتشره بمركزها .

الفصيلة التيبركيرليه

Family : Tuberculariaceae

ان الحوامل الكونيديه كما سبق وان ذكرنا تكون وساده جرثوميه تعرف Spor-odochium فى افراد هذه الفصيلة ومن اهم اجناسها :

1- جنس فيوزاريوم

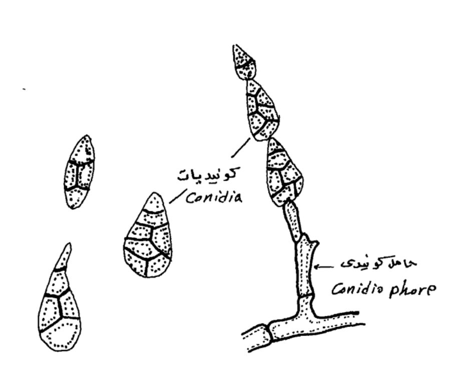
Fusarium

المستعمرات بيضاء اللون قطنيه وينتج الفطر نوعين من الجراثيم الكونيديه (شكل64).

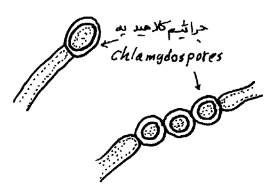
أ- كونيدات صغيرة Microconidia غير مقسمه او بها حاجز واحد .

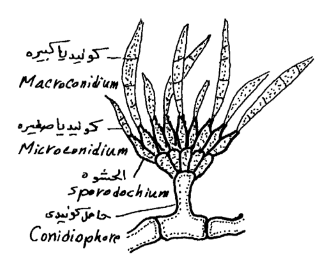
ب- كونيدات كبيره Macroconidia مقسمه عديدة الحواجز العرضيه ومختلفة الاشكال حسب الانواع المختلفة .

كما يكون الفطر جراثيم كلاميديه Chlamydospores طرفيه او بينيه كما ان بعض انواع جنس فيوزاريوم ذات لون مصفر وتنتج جراثيم كبيرة فقط تسبب انواعه المتطفلة امراضا للنباتات المصابة تعرف باسم مرض تساقط البادرات لكثير من النباتات الوعائيه كالقطن والطماطم حيث تلون الاسطوانه الوعائيه وقاعدة الساق باللون البنى .



شكل (63) : جنس الترناريا.
Alternaria





شكل (64) : جنس فيوزاريوم .
Fusarium

2- جنس ميرثيسيم

Myrothecium

الوسادة الجرثوميه جالسه مخضرة اللون تتحول إلى الاسود ولكن حواف المستعمرة تظل بيضاء . الكونيديات اسطوانية مستديرة الاطراف خضراء او سوداء (شكل 65) .

الفصيله الاستلبسيه

Family :Stilbaceae

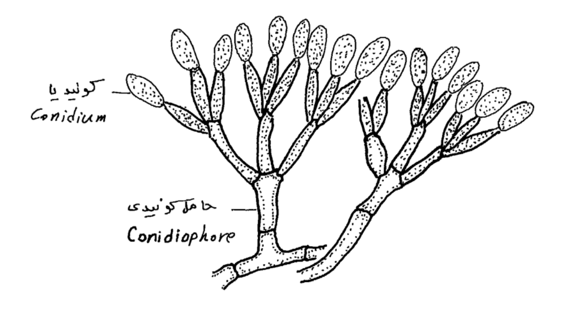
تتجمع في افرادها الحوامل الكونيدية في حزم تعرف Cynnema ومن اهم اجناسها جنس الترايكوريس *Trichorus* حيث يمتاز بان الظفيرة الكونيدية قائمة اسطوانية الشكل داكنة اللون والكونيديات في سلاسل بيضاوية الشكل غالبا ذات الوان فاتحة وتوجد شعيرات داكنة اللون في المنطقة الخصيبة للفطر (شكل 66).

طائفةالفطريات العقيمة

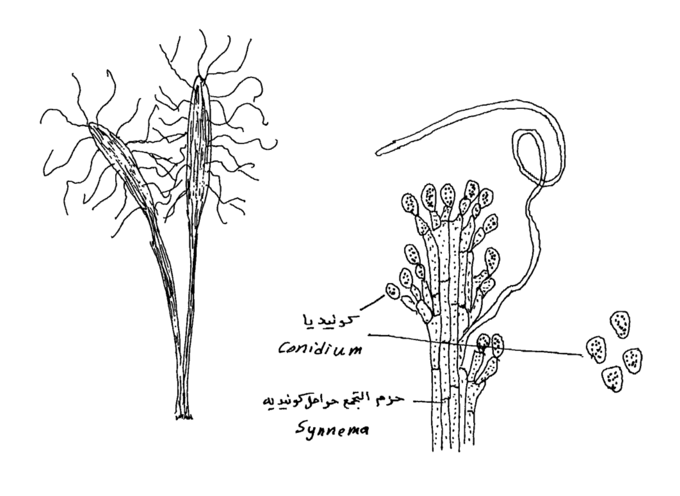
Class: Mycelia sterilia

تشمل مجموعه كبيرة من الفطريات ذات غزل فطري يتكون من مجموعة من الخيوط الفطرية المقسمة لا تحتوى على وحدات تكاثرية لاجنسيه ولم يكتشف بها حتى الان مراحل التكاثر الجنسى وانما تتكاثر خضريا عن طريق اجزاء من غزلها الفطري وبعضها يكون اجساما حجريه .

تعيش افراد هذه للطائفة مترممه على المواد العضويه المتحللة ومتطفلة على عدد من النباتات الزهريه حيث تتسبب في عدد من الامراض منها مرض العفن الابيض الذى يصيب البصل Onion white rot ، مرض الخناق Damping off ومرض عفن الجذور Root rot . تشمل هذه الطائفة رتبة واحده وهى رتبة الاجونوميستلات ;Order Agonomycetales حيث لا تنتج افرادها اي نوع من انواع الوحدات التكاثريه وتحوى فصيلة واحدة هى الفصيلة الاجونوميستيه Family Agonomycetaceae بها عدد من الاجناس الفطريه المتطفلة على النباتات الزهريه وتسبب مرض الخناق

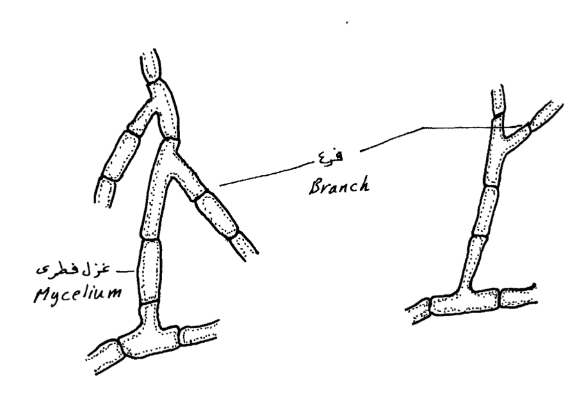


شکل(65) : جنس میرونیسیم .
Myrothecium



شكل (66) : جنس ترايكوريس .
Trichorus

مرض عفن الجذر Root rot والعفن الابيض White rot ومن Damping off
هذه الاجناس جنس الريزوكتونيا*Rhizoctonia* (شكل67) ومن اهم انواعه ريزواكتونيا
تليباريم *Rhizoctonia tuliparum* وجنس سكلروشيم *Sclerotium* ومن انواعه
سكلروشيم سيبفوريم *Sclerotium cepivorum* وتعزل هذه الفطريات من التربة فى
مناطق عده .



شكل (67) : جنس الريزوكتونيا.
Rhizoctonia

الانشطة الايضيه الثانويه للفطريات

Fungal Secondary Metabolism

تلعب الفطريات دورا بالغ الاهمية فى تحضير وانتاج كثير من الاحماض العضوية ، الانزيمات والفيتامينات وكذلك انتاج البروتينات ، الدهون ، المضادات الحيوية والهرمونات ، وعلى العموم فان الكائنات المستخدمة فى مثل هذه الصناعات لا بد من امتلاكها للصفات التالية :

1- القدرة على النمو السريع فى بيئه غذائية عضويه مناسبة ويسهل تنميتها فى كميات كبيره .

2- القدرة على حفظ الثبات الفسيولوجى وافراز الانزيمات المطلوبة بكفاءة عاليةلاحداث التفاعلات المطلوبة .

3- القدرة على تنفيذ التحولات المطلوبة بابسط التحورات فى الظروف البيئيه وان تكون التفاعلات لا تحتاج كميات كبيرة من الطاقة .

انتاج الاحماض العضويه

Organic acid production

للفطريات القدرة على انتاج مجموعة كبيرة من الاحماض العضوية المعروفةمعمليا ، وهناك مجموعتان اساسيتان من الفطريات تنتج الاحماض العضويه وهي :

1- الفطريات التزاوجيه Zygomycetes ومن امثلتها :

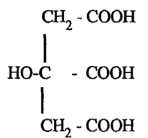
فطر عفن الخبز *Rhizopus* حيث تتميز اجناس هذه المجموعة بأنتاج حامض الفيوماريك Fumaric acid

2- الفطريات الزقيه Ascomycetes ومن امثلتها الاسبرجيلس *Aspergillus* وفطر البنسيليوم *Penicilliun* وتتميز اجناس هذه الجموعةبمقدرتها على انتاج حامض الستريك Citric acid وحامض جليكونيك Gluconic acid وحامض اكسال استيك Oxaloacetic acid

انتاج حامض الستريك

Citric acid fermentation

وصيغته الجزيئيه $C_6H_8O_7$, بينما الصيغة التركيبيه لحامض الستريك هى :



عزل حامض الستريك لاول مرة سنة 1784م بواسطة العالم شيلى Scheele وذلك من ثمار الليمون . ثم تمكن العالم وهمير Whemerسنة 1893م من استخلاص الحامض من مزرعة فطر ستروميسيس *Citromyces* والذى اصبح يعرف الآن بفطر البنسيليوم *Penicillium* . ثم امكن انتاجه بواسطة عالم امريكى يدعى كيرى Cur-rieسنة 1917م وذلك بالتخمر الفطرى بواسطة اسبرجيلس نيجر *Aspergillus niger* وحامض الستريك ذو الصيغة الجزيئيه $C_6H_8O_7$ يوجد طبيعيا بالاضافة إلي ثمار الليمون كمكون رئيسى فى عصير الموالح ، الكمثرى ، الخوخ ، الاناناس والتين .

واهم الاعتبارات فى انتاج حامض الستريك بواسطة الفطريات هى :

1- نوع الفطر

ينتج حامض الستريك بواسطة عدد كبير من الفطريات تنتمى إلى اجناس الاسبرجيلس *Aspergillus* والبنسيليوم *Penicillium* الا انه ثبت ان لفطر اسبرجيلس نيجر *Aspergillus niger* كفاءة عالية على الانتاج .

2- السكريات

يخمر الفطر انواعا عديده من السكريات واقصى انتاج امكن الحصول عليه كان عند استخدام السكروز ، الفركتوز وللانتاج على نطاق واسع وجد ان السكروز والجلوكوز

افضل من المولاس والمالتوز بتركيز 14-20٪ . واذا لزم استخدام المولاس فانه يلزم تنقيته للتخلص من بعض العناصر الموجوده به .

3-الاملاح المعدنيه

يحتاج الفطر بالاضافة إلي الكربون والهيدروجين والاوكسجين الموجود في الكربوهيدرات إلى عناصر اخرى مثل الفوسفور البوتاسيوم والمغنسيوم وتضاف هذه العناصر على صورة املاح معدنيه بنسبة حوالى 0.3٪ اما زيادتها عن هذه النسبة فيقلل من انتاج حامض الستريك وتزيد من انتاج حامض الاكزاليك كذلك يجب مرعاة عدم اضافة عناصر المولبيدتيم ، النحاس ، الخارصين والكالسيوم فهى ذات تاثير مثبط على انتاج حامض الستريك .

هذا وقد وجد الباحث الامريكى كيرى Currie سنه 1917م ان الوسط الغذائي ذا التركيب التالى يعد من افضل الاوساط الغذائية لانتاج حامض الستريك .

المادة		جرام/ لتر
سكروز	Sucrose	150- 125
نترات الامونيوم	NH_4NO_3	2.5 - 2.0
فوسفات بوتاسيوم احاديه	KH_2PO_4	1.0 -0.75
كبريتات الماغنسيوم	$MgSO_4.\ 7H_2O$	0.25 - 0.20

هذا قد وجد ان اضافة كميات اكبر او اقل من هذه الكميات المقترحة يساعد على انتاج حامض الاكزاليك بينما يقل انتاج حامض الستريك .

4-الاس الهيدروجيني PH

وجد ان انسب اس هيدروجيني للوسط الغذائي عند انتاج حامض الستريك يتراوح بين 3-4 بينما في البيئة المتعادلة يميل الفطر لانتاج احماض الجلوكونيك والاكزاليك.

5- المصدر النتروجين

يفضل استخدام فوسفات الامونيوم بنسبة 5٪

6- درجةالحرارة

يتم تنمية الفطر عند درجة حراره 34°م في المرحلة الاولي لمدة ثلاثة ايام ثم تخفض درجة الحراره الي 30°م وعموما تختلف درجة الحرارة باختلاف نوع الفطر وهي عموما تتراوح مابين 25-35°م .

7- التهوية

الفطريات كائنات هوائية اجباريا وبالتالي يتطلب انتاج حامض الستريك درجة معينة من التهوية اذا زادت او قلت عنها فانه يقل معدل انتاج الحامض كما يجب ان تراعي النسبة بين سطح السائل وحجمه فيزداد التخمر كلما قل عمق الوسط الغذائي .

8- مدة التخمر

تستغرق مدة التخمر لانتاج حامض الستريك قرابة الاسبوع وذلك باستخدام المزارع السطحية بينما لاتتجاوز اليومين في حالة المزارع المغمورة المهتزه .

9- استخلاص الحامض

بعدتمام فترة التحضين والتخمر يضغط علي الفطر لفصل الحامض من داخل غزله الفطري ثم يرسب في صورة سترات الكالسيوم وذلك باضافة كبريتات الكالسيوم وتعامل سترات الكالسيوم الساخن بحامض الكبريتيك حيث ينتج الحامض ، يتكون حامض الستريك بطريقتين اساسيتين :

أ. عن طريق تجميع جزيئات الاستالدهيد والستريك الناتج يمثل 71٪

ب. عن طريق تكثيف جزيئات حامض البيروفيك مع ثاني اكسد الكربون CO_2 لتعطي النسبه الباقيه من الستريك .

$$3C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 6CH_3CO\,COOH \longrightarrow 6CO_2 + 2C_6H_8O_7$$

جلوكوز	حامض بيروفيك	حامض ستريك
Glucose	Pyruvic acid	Citric acid

$$3C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 6CH_3CO\,COOH \longrightarrow 6CH_3\,CHO+6CO_2$$

جلوكوز Glucose — حامض بيروفيك Pyruvic acid — استيالدهيد Acetaldyde

$$6CH_3\,CHO \xrightarrow{O_2} 2C_6H_8O_7$$

استيالدهيد Acetaldyde — حامض ستريك Citric acid

كما توجد طريقة أخرى تعتمدعلى الأكسدة المباشرة للجلوكوز

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{3H_2O_2} C_6H_8O_7 \quad +2H_2O$$

جلوكوز Glucose — حامض ستريك Citric acid

انتاج المضادات الحيوية

Antibiotics production

الكائنات الدقيقة في الطبيعة لاتوجد عادة في صورة نقيةبل توجد مجتمعة معا كما توجد بينها علاقة فقد تستفيد او تضار بعضها من البعض الاخر وتتغير ظروف الوسط باستمرار وبالتالي تتغير ايضا انواع الكائنات الدقيقة الموجودة به .

وتاثير الكائنات الدقيقة بعضها في بعض يكون اساسا نتيجة تغيرها للوسط باستخدام مواد معينه وتحويلها الي مواد اخري ابسط وانتاج مواد ذات تاثير منشط او مثبط لنمو الكائنات الدقيقة ويمكن ملاحظة اكثر من ظاهرة تحكم العلاقة بين الكائنات الدقيقة بعضها في بعض .

1- ظاهرة تبادل المنفعة والتطفل

Symbiosis and parasitism

ظاهرة تبادل المنفعة بين نوعين من الكائنات هي احدي اشكال العلاقة المتداخلة Interrelation والتي تؤدي الي ان كلا من الكائنين ينمو وينشط في وجود الاخر اسرع من ان يكون بمفردة ذلك كما يحدث عند وجود بكتريا حامض الاكتيك مع الخميرة حيث تقوم الخميرة بتكوين بعض الفيتامينات للبكتريا اما الاخيرة فتنتج الحموضة اللازمه المناسبه لنمو الخميره .

اما ظاهرة التطفل Parasitism فهي تعني تطفل كائن علي اخر والميكروبات كثيرا ما يتطفل بعضها علي الاخر او علي النبات او الحيوان .

2- ظاهرة التتابع والتضاد

Metabiosis and antibiosis

تكثر هذه الظاهرة بين الكائنات الدقيقة ففي الاولي اي التتابع فانه يتسبب نمو مجموعه من الكائنات في توفير الظروف لنمو مجموعه اخري بينما التضاد تكون العلاقه عكسيه حيث تؤدي نمو مجموعه من الكائنات الي اعاقة او منع نمو مجموعه اخري .

وكل من هاتين الظاهرتين ذات قيمة صناعية كبري وتستغل في التخميرات الصناعيه خاصة في انتاج المضادات الحيوية Antibiotics

والمضادات الحيويه عباره عن مواد عضوية ينتجها الكائن الحي وهي قاتله او مثبطه لنمو الكائنات الدقيقة ولا يقتصر انتاج المضادات الحيوية علي الكائنات الدقيقه فقط بل ان كثيرا من النباتات الراقية كالثوم ، الكركديه ، الطمام ، وغيرها تحتوي علي نسبة كبيره من المضادات الحيوية .

ومن المعروف ان نسبة كبيره من الكائنات الدقيقة يمكنها انتاج المضادات الحيوية

مثل البكترياوالفطريات الشعاعية (اكتينوميسيتس) Actinomycetes ومن اشهر الفطريات المنتجة للمضادات الحيوية فطر البنسيليوم نوتاتم *Penicillium notatum* ومن اشهر انواع البكتريا جنس باسيلس *Bacillus* اما مجموعة الاكتينوميسيتس Actinomycetes فانها تنتج انواعا هامه من المضادات الحيوية حيث تتميز بسرعة نموها ومن امثله المضادات الحيوية البنسلين ، الاستربتوميسين ، الكلورميسين ، الفيوميدين،الفيراميسين وغيرها وتستعمل في علاج تقيح الجروح ، التهابات الحلق واللوز ، الحميات ، امراض السيلان ، الزهري ، التيفود، السل الرئوي وغيرها .

اكتشاف المضادات الحيوية

اول من اكتشف المضادات الحيوية العالم البريطاني فلمنج Feleming سنة 1928م عندما لاحظ فلمنج ان نمو فطر بنسيليوم نوتاتم *Penicillium notatum* قد منع نمو بكتريا ستافيلوكوكس اوريس *Staphylococcus aureus* وتكونت حلقه خاليه تماما من البكتريا حول الفطر اطلق عليها المنطقة المانعه Inhibition zone فاستنتج ان الفطر يفرز مادة اسمها البنسلين Penicillin نسبه الي اسم الفطر المفرز لها وهي البنسيليوم *Penicillium* وقد تكهن فلمنج بان هذه المادة سيكون لها اثر كبير في مقاومة كثير من البكتريا التي تسبب الامراض .

الكشف عن المضادات الحيوية :

هناك طرق بسيطة للغاية للكشف عن هذه المواد النافعة منها :

1- طريقة الطبق المزدحم

Crouded plate method

وتتم بان تؤخذ عينات من التربة وتخفف بالماء المعقم الي درجات تخفيف تتراوح بين0.01 الي 0.001 ثم يؤخذ مقدار صغير من كل تخفيف ويزرع في اطباق بتري يحتوي علي منبت اجار عند درجة حراره مناسبة ثم تخفض الاطباق بعد فترة وهي التي نمت فيها الكائنات الدقيقة المأخوذه من التربة فاذا لوحظ ان احدهما قد نمي وحوله منطقة خاليه من الكائنات الاخري نتيجة لافراز مواد تثبط نموها فانه يعزل في مزارع خاصه ويفصل منه المضادات الحيوية ويعرف وتدرس خواصه .

2- طريقة المضادات الحيويه المتخصصه

Specified antibiotic

وهذه الطريقة تستعمل للكشف عن المضادات الحيويه المتخصصه في القضاء علي امراض معينه حيث يزرع الميكروب في طبق يحتوي علي منبت اجار ثم يوضع في الحضان عند درجة حراره معينه لمدة يوم او يومين ثم تنثر حبيبات التربه علي سطح النمو في الطبق ويترك الطبق فتره اخري بالمحضن فاذا نمت كائنات مثبطه للميكروب تظهر مناطق مانعه حول الفطر او الكائن المفرز للمضاد الحيوي فانه يعزل الكائن ويعرف وتدرس خصائصه.

البنسلين

Penicillin

يعتبر البنسلين اول المضادات الحيوية المكتشفة من الفطريات حيث اكتشف بواسطة العالم البريطانى فلمنج Feleming سنة 1928 م ويعد ذا فاعليه ضد البكتريا الضارة الموجبة لصبغة جرام وتأثيره غير سام اذا تناوله الانسان بكميات كبيرة وبالرغم من انه اكتشف حديثا فانه يحدث نوعا من الحساسية فى بعض الاحيان النادره التى قد تؤدى الى الوفاه ولكن ذلك لا يقلل من قيمته فى علاج امراض كثيرة وخاصة اثناء العمليات الجراحية حيث يثبط البكتريا الضاره ويمنعها من نموها الطبيعى .

مميزات البنسلين

1- يذوب البنسلين فى الماء كما انه سريع الذوبان فى مركبات اخرى مثل الاسيتون ، خلات الاثيل والايثر كما انه يذوب بدرجة اقل فى البنزين ، الكلورفورم ورابع كلوريد الكربون

2- يتأثر البنسلين بالاحماض والقلويات القوية ويقل نشاطه فى وجود المواد المؤكسده والمعادن الثقيلة مثل النحاس ، الرصاص ، الفضة والزئبق .

3- يتحلل فى الكحول المثيلى ، الحرارة ، تكرار التبريد وبواسطة انزيم بنسليز Penicilliase.

4- املاحه البلورية ثابته عند حرارة منخفضه لمدة اشهر والمحاليل له غير ثابته الا

اذا حفظت فى ثلاجة .

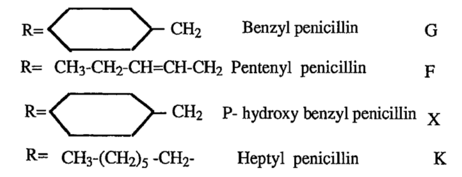
5- يتحلل عند الارقام الهيدروجينيه المنخفضة وافضل رقم هيدروجيني لثباته يتراوح بين 6.0-6.5.

6- الفوسفات له تأثير حافظ لثبات البنسلين وذلك عند 37°م .

7- فعال ومؤثر ضد البكتريا التى تسبب امراض السيلان ، الالتهاب السحائى والرئوى كما يعتبر عقارا نافعا للجروح والحروق وغيرها .

والبنسلين ذو الصيغة الجزيئيه $C_6H_{11}O_4SN_2R$ والصيغة التركيبيه (شكل68).

والرمز R عبارة عن مجموعة متصلة بجزئى البنسلين وهى مختلفة من نوع إلى آخر من البنسلين حيث توجد اربع صور مختلفة وهى البنسلين K, X, F, G الموجودة فى الطبيعة .



هذا وقد ثبتت امكانية انتاج الصور الاربع السابقة للبنسلين بواسطة سلالات فطرية تنتمى إلى فطر بنسيليوم نوتاتم penicillium *Penicillium notatum* وفطربنسيليوم كرايز وجينم chrysogenum

انتاج البنسلين

Penicillin production

```
       O       H                                  S
       ||      |                               /     \         CH3
R  —   C   —   N   —   CH   —      CH            C  /
                       |                         |     \       CH3
                       |             |           |
                       C
                       ||            N   —     CH   —   COOH
                       O
```

B- lactomthiazolidine ring

شكل (68): الصيغة التركيبيه للبنسلين .
Pencillin structural formula

يستخدم فى انتاج عقار البنسلين فطر بنسيليوم نوتاتم *Penicillium nota-tum* اوبنسيليوم كريزوجينم *Penicillium chrysogenum* فى منابت سائلة تحتوى على المواد الغذائية الضرورية لنمو الفطر ويمكن استعمال طريقة المزارع المغمورة او طريقة المزارع السطحية لنمو الفطر ويحتوى المنبت الغذائى الذى ينمو عليه الفطر ما يلي :

سائل نقيع الذرة	2 جم مادة صلبة
سكر اللبن (لاكتوز)	30 جم
سكر العنب (جلوكوز)	30جم
نترات الصوديوم $NaNO_3$	3 جم
فوسفات البوتاسيوم $KH2PO_4$	0.5 جم
كبريتات مغنسيوم $MgSO_4$	0.25 جم
كبريتات زنك $ZnSO_4$	0.0045 جم
كبريتات منجنيز $MnSO_4$	0.0045 جم
ماء مقطر	1000ملى

يضبط الاس الهيدروجينى PH عند 4.5 ثم يعقم لمدة 20 دقيقة عند ضغط 15رطل للبوصة المربعة .

عقب التعقيم يلقح الوسط الغذائى بمعلقة من جراثيم الفطر وتضاف كربونات الكالسيوم بنسبة 10-11.5 جم / لتر وسط غذائى ثم يوضع على هزاز لمدة 6-7 ايام عند درجة حرارة 24°م.

استخلاص البنسلين

Extraction

بعد انتهاء فترة الحضانة يفصل الغزل من الوسط الغذائى بالترشيح او الطرد المركزى ثم يغسل بالماء عدة مرات ويضاف الغسيل إلى الراشح وهناك طريقتان لاستخلاص البنسلين من الراشح وماء الغسيل .

1- يخلط الراشح وماء الغسيل بخلات الاثيل Ethyl acetate ويضبط الرقم الهيدروجينى PH عند 2-2.5 وذلك باستعمال حامض الفوسفوريك H_3Po_4 ثم يرج المخلوط جيدا عند درجة حرارة منخفضة فينتقل البنسلين إلى طبقة المذيب فتفصل هذه الطبقة من المخلوط ويرج مع الماء المقطر ، اثناء هذه العملية تضاف بيكربونات الصوديوم فيصل الرقم الهيدروجينى إلى 7-7.5 فينقل البنسلين إلى الطبقة المائية فى صورة ملح صوديوم ثم يفصل المذيب عن الطبقة المحتوية على العقار .

وللحصول على البنسلين فى صورة نقيه تكرر عملية اذابته فى مذيبات عضوية مختلفة بعد ذلك مثل خلات الاثيل او الكلورفورم ولابد من اتمام عملية فصل العقار بسرعة وفى درجة حرارة منخفضه .

2- يمكن استخلاص البنسلين من الراشح وماء الغسيل بطريقة اخري وذلك باضافة الفحم الحيواني بنسبة 2-2.5 بالوزن فيدمص العقار علي سطح الفحم الحيواني ثم يفصل بالترشيح و الغسيل باستخدام الاسيتون Acetone ثم يفصل الاسيتون باضافة مذيب اخر لايمتزج به ولايختلط بالماء بعد ذلك يبرد حتي درجة الصفر المئوي ويضبط الرقم الهيدروجيني PH عند 2 ويضاف محلول بيكربونات الصوديوم للحصول علي الملح الصوديومي للعقار ويفصل العقار بالتجفيف وتحت ضغط منخفض التبريد .

استعمال البنسلين

يستعمل البنسلين بنجاح لمقاومة البكتريا المسببه لكثير من الامراض مثل البكتريا العنقودية , السبحية , البكتريا المسببه لالتهابات بطانه القلب ، بكتريا الجمره الخبيثه ، التهاب الجلد ، الالتهاب السحائي والالتهاب الرئوي كما يستعمل في الجروح والحروق لوقايتها من التلوث كما ثبتت فائدة العقار في علاج الدفتريا ، السيلان والزهري .

الاستربتومايسين

Streptomycin

ينتج هذا العقار بواسطة الفطريات الشعاعية او الاكتينوميسيتس Actinomycetes حيث اكتشفه لاول مره العالم الامريكي واكسمان Waksman سنة 1943م.

والاستربتومايسين عزل لاول مره بواسطة ستربتوميسيس جريزياس *Strepto-myces griseus* التي تتواجد في التربة.

استخدامات الستربتومايسين

1. فعال ضد عدد كبير من البكتريا التي لا تتاثر بالبنسلين .
2. ثبت نجاح الاستربتومايسين في علاج التهابات المسالك البوليه .
3. يقاوم الي حد ما بكتريا السل الرئوي ، الدوسنتاريا الباسيلية ، التسمم الغذائي ، التهابات الغشاء البريتوني والالتهابات الرئوية .

والصيغة الجريئية للعقار $C_{21}H_{39}N_7O_{12}$ ، اما الصيغه التركيبيه (شكل 69) .

الكلوروما يسين

Chloromyctin

يعرف باسم الكلورامفينكول Chloromphenicol وينتج بواسطة الفطريات الشعاعية حيث اكتشف لاول مره بواسطة العالم بيركهولدير Burkolder سنة 1947م.اطلق هذا العالم اسم ستربتومايسيس فنزويلا *Streptomyces venzulae* علي نوع الفطر الشعاعية التي امكن لها انتاج هذا العقار والتي تم عزلها من التربه من ارض فنزويلا .

والكلورا مفينكول ذو الصيغه التركيبه (شكل 70).

ويمتاز الكلورومايسين عن البنسلين والاستربتومايسين بمدي تاثيره الواسع علي مجموعات متباينه من الميكروبات اذ يوثر علي كثير من البكتريا الساليه والموجبه لصبغة الجرام وبكتريا الركتيسيا *Ricketisa* كما يمتاز بمعالجة حمي التيفود والتهاب المجاري البولية .

الاوريوما يسين

Aureomycin

ينتج الاوريومايسين بواسطة الفطريات الشعاعية ستربتومايسيس اوريفاسيانس *Streptomces aureofaciens* ويعتبر الاوريومايسين احد مشتقات

شكل (69) : الصيغة التركيبيه للاستربتومايسين

Streptomycin structural formula .

شكل (70) : الصيغة التركيبيه للكلورمايستين
Chloromyctin structural formula

التتراسيكلين Tetracaycline فهو عباره عن كلوروتتراسيكلين Chlorotetracy-cline ذي الصيغة التركيبيه (شكل 71).

والاوريومايسين شديد الفعاليه ضد عدد كبير من البكتريا ويستعمل في مقاومة بعض انواع الالتهاب الرئوي , الحمي المتموجة , التهاب العظام , السعال الديكي والتهابات العيون وهو كذلك شديد الفعالية ضد انواع عديدة من الفيروسات .

التيرامايسين

Terramycin

ينتج التيراميسين بواسطة الفطرة الشعاعية ستربتوميسيس رايموسيس *Streptomyces rimosus* كما يعتبر هذا العقار احد مشتقات التتراسيكلين Tetracy-cline فهو عباره عن اوكسى تتراسيكلين Oxtetracycline ذي الصيغة التركيبية (شكل 72).

والتيراميسين شديد الفاعلية ضد عدد كبير من البكتريا الموجبه والسالبة لصبغة الجرام والركتسيا وانواع عديدة من الفيروسات ويستعمل في علاج الانواع العادية من الالتهاب الرئوي ، التيفود والبكتريا العصوية المسببه لالتهابات المجاري البولية والامعاء .

مضادات حيوية اخري

ان معظم الكائنات الدقيقة يمكنها كما سبق انتاج المضادات الحيوية مثل الفطريات ، البكتريا، الفطريات الشعاعية والاشن ومن ابرز المضادات الحيوية التي تنتج بواسطة البكتريا الباستيراميسين Bacitramycin الذي اكتشفه العالم ميلوني Me-leney سنة 1945 م والذي انتج من سلالة البكتريا باسيلس سيبتس *Bacillus subtis* وتستخدم في معالجة الالتهاب السحائي ، السيلان والزهري . كما فصل من بعض انواع البكتريا فيما بعد عدد من المضادات الحيوية الاخري منها جراميسيدين Gramicidin والتيروثرسين Tyrothricin من بعض انواع البكتريا العنقودية اما الاشنLichens فقد فصل منها العديد من المضادات الحيوية علي جانب كبير من الاهمية فمن اشنة اسينا باربلتا *Usnea berbata* فصل حامض الاسينيك Usinc acid الذي يعمل علي ايقاف ميكروب السل .

شكل (71) : الصيغة التركيبيه للكلورتتراسيكلين.

Chlorotetracycline structural formula

شكل (72) : الصيغة التركيبيه للتراميسين

Terramycin structural formula

كما ان للطحالب اهميه كبري في هذا الموضوع فقد امكن فصل المضاد الحيوي كلوربالين Chlorbalin من طحلب وحيد الخليه معروف باسم كلوريلا *Chlorella* .

التحولات الميكروبيولوجيه للستيرويدات

Microbiological transoformation of steroids

الستيرويدات

Steroids

هي مجموعه من المركبات العضوية التي لها اهمية حيوية ولها الشكل التركيبي (شكل73).

شكل 73

ففي السنوات الاخيرة احتلت صناعة هرمونات الغدة الكظرية مركزا هاما لما لهذه الهرمونات من خواص علاجية هامه فبجانب استعمال هذه المواد لعلاج كثير من الامراض كالحمي الروماتزمية ، امراض الحساسيه والالتهابات والامراض الجلدية فقد استعملت بنجاح في علاج امراض العيون وكثير من حالات السرطان وكعوامل لمنع الحمل او زيادة الخصوبة .

ومنذ ان فصل العالم كيندال Kendall سنة 1935 م اول هرمون عرف الشكل التركيبي لها ومصدرها الطبيعي في جسم الانسان هو غدد صماء : الخصية – المبيض – قشرة الغده الكظرية (فوق الكليه) والمشيمه .

والستروييدات المختلفه ليس لها نفس النشاط الفسيولوجي وبالتالي كان من الامور الهامه للكيميائين العمل علي تغيير التركيب الجزيئي لها وذلك للحصول علي مركبات ذات صفة تطبيقية هامه كتحويل بعض المركبات الستروييديه غير النشطة الي الكورتزول Cor-tisol باستخدام الانشطة الانزيمية للكائنات الدقيقة .

امثلة للتحولات الستروييديه التى تحدثها الفطريات

1 - تفاعلات اضافة مجموعة الهيدركسيل

Hydroxylation

امكن بواسطة النشاط الانزيمى للكائنات الدقيقه اضافة مجموعة هيدروكسيل OH – على اى ذرة كربون في المركب الستروييدى وذلك باختيار الكائن المناسب القادر علي احداث هذا التغير وقدكانت اضافة مجموعات الهيدروكسيل فى اوضاع ذرات كربون رقم 11،17،21 لها اهمية خاصة فى زيادة كفاءة المركب الناتج وقد اطلق عليها اسم المواضع الاستراتيجيه Strategic positions.

أ– تفاعلات اضافة مجموعه هيدروكسيل واحده Monohydroxylation

عند استخدام جزى البرجستيرون كمادة بادئه باستغلال النشاط الانزيمى لفطر ريزوبس اوريزس *Rhizopus arrhizus* فانه يمكن اضافة مجموعة الهيدروكسيل لذرة كربون رقم 11لجزئى البروجسترون متحولا الى 11 الفا – هيدروكسى بروجستيرون.

هذا وقد تمكن العالم بيترسون Beterson سنة 1956م من استغلال النشاط الانزيمى لسلالات لفطر كيورفيلايا لاناتا *Curvularia lunata* و فطر اسبرجيلس نيجر *Asperhgillus niger* من اضافةمجموعة هيدروكسيل لوضع ذرة كربون 21،17 علي التوالي لجزئي البروجستيرون (شكلى 74، 75).

ب– تفاعلات اضافة مجموعتي هيدوركسيل Dihydroxylation

امكن اضافة مجموعتين هيدروكسيل الي اوضاع ذرة كربون 11 و17 كذلك 21

Rhizopus arrhizus

ريزوبس اوريزس

11 الفا - هيد روكسي بروجستيرون

11α - hydroxyprogesterone

شكل (74) : تفاعل اضافة مجموعة هيدروكسيل واحده.

Monohyroxylation.

CH_3 C=O OH CH_3

١٧ الفا - هيد روكسي بروجستيرون

17α- hydroxyprogesterone

كيورفيلاريا لاناتا

Curvularia lunata

CH_3 C=O CH_3 CH_3

بروجستيرون

Progesterone

اسبرجيلس نيجر

Aspergillus niger

CH_2OH C=O CH_3 CH_3

لفا- هيد روكسي بروجستيرون

21α- hydroxyprogeste re

شكل(75) : تفاعلات اضافة مجموعة هيدروكسيل واحدة

Monohydroxylation.

و17 وايضا 11 و21 بواسطة النشاط الانزيمي لعدد من السلالات الفطرية . فلقد استطاع ميستير Meyster سنة 1954م التمكن من اتمام مثل هذه الاضافات بواسطة سلالات فطرية تتبع مجموعة الميوكرالات Mucorales والبنسيليوم *Penicillium* والاسبرجيلس *Aspergillus* علي التوالي محولا البروجستيرون الي 17 و11 الفا – ثنائي الهيدروكسى برجستيرون 11 و21 الفا- ثنائي الهيدروكسى بروجستيرون و21 و17 الفا – ثنائي الهيدروكسى برجستيرون علي التوالي (شكل 76) .

ومن ذلك يتضح لنا انه بالامكان اضافة مجموعة هيدروكسيل واحدة Mono-hydroxylation او اضافة مجموعتين في ان واحد Dihydroxylation ففي الحالة الاولي يمكن تحويل البروجستيرون الي الكورتزول الذي يحتوي علي ثلاث مجموعات هيدروكسيل في اوضاع ذرات كربون 21 و17 و11 علي ثلاث مراحل اما في الحالة الثانية فيمكن ان يتم مثل هذا التحول في خطوتين وذلك باضافة مجموعتين معا في اي من الاوضاع الاستراتيجية ثم اضافة مجموعة واحدة في ذرة الكربون الاستراتيجية الثالثة .

ج - تفاعلات اضافة مجموعات عديدة الهيدروكسيل Polyhydroxylation

بهرت النتائج السابقة كثيرا من العلماء ولذلك حاولوا اتمام ادخال ثلاث مجموعات هيدروكسيل علي جزئي السترويد وذلك في عملية واحدة وكائن واحد . وكان اختيارهم لمركب البروجستيرون كماده بادئه لرخصه وسهولة الحصول عليه فضلا عن امكان اتمام هذه الاضافة الي جزئي البروجستيرون الذي يمكن تحويله الي الكورتزول في خطوة واحده

هذا وقد نجح العلماء سنة 1970م في اتمام هذا التفاعل بواسطة النشاط الانزيمي لسلالة تنتمي الي فطر كلادوسبوريم كلادوسبوريدس *Cladosporium Cladosporioides* (شكل77).

5- اضافة مجموعتان هيدوركسيل فى غيرالمواضع الاستراتيجية .

زيادة علي اهتمام العلماء باضافة مجموعات الهيدروكسيل الي اوضاع ذرة كربون 21 و 17 و11 لجزئي السترويد فقد وجدوا انه بالامكان ادخال مجموعات الهيدروكسيل الى مواضع لذرات الكربون اخرى بجزىء السترويد (شكل 78). والتي نسوق عددا منها

بروجستيرون
Progesterone

Mucorales
الميوكرالات

17،11 ثنائي هيدروكسي بروجستيرون
11,17 dihydroxy-progesterone

Penicillium sp.
البنسيليوم

11، 21 ثنائي هيدروكسي بروجستيرون
11,21 dihydroxyprogesterone

Aspergillus sp
الاسبرجليس

17 ، 21 ثنائي هيدروكسي بروجستيرون
17, 21 dihydroxyprogesterone

شكل (76) : تفاعلات اضافة مجموعتى هيدروكسيل .
Dihydroxylation.

CH_3
C=O
CH_3
CH_3
O

Cladosporium
Cladosporioides
كلادوسبوريم كلادوسبوريدس

بروجستيرون
Progesterone

CH_2OH
C=O
CH_3 OH
HO
CH_3
O

كورتيزول
Cortisol

شكل (77) : تفاعلات اضافة مجموعات هيدروكسيل عديده
Polyhydroxylation .

Mucorales
الميوكرالات

14- هيد روكسي بروجستيرون
14 α - hydroxyprogesterone

Rhizopus nigricans
ريزوبس نجركنس
Rhizopus arrhizus
ريزوبس اورزيس

بروجستيرون
Progesterone

11، 6 ثنائي هيدروكسي بروجستيرون
6,11 - dihydroxyprogesterone

Actinomycetes
الفطريات الشعاعية

21،16 ثنائي هيد روكسي بروجستيرون
16,21 α - dihydroxyprogesterone

شكل (78) : تفاعلات اضافة مجموعات هيدركسيل فى غير المواقع الأستراتيجيه .
Hydroxylation in other strategic position

في مايلي :

أ- امكن ادخال مجموعة هيدوكسيل واحدة في وضع ذرة كربون رقم 14 محولا البروجستيرون الي 14 الفا - هيدروكسى بروجستيرون وذلك بواسطة سلالات تنتمي الي مجموعة الميوكرالات Mucorales

11- كذلك امكن اضافة مجموعتين معا في وضع ذرة كربون 6 و11 وذلك باستخدام سلالات فطرية تنتمي الي الريزوبس نجركنس *Rhizopus nigricans* والريزوبس اوريزس *Rhizopus arrhizus*.

111- امكن اضافة مجموعتين هيدروكسيل في اوضاع 16 و21 بواسطة الفطريات الشعاعية Actinomycetes.

2- تفاعلات انتزاع الهيدوجين

Dehydrogenation

هذا التفاعل اكتشفة العالم فيشر Vicher سنة 1955م ويحدث بواسطة فطر فيوزاريوم *Fusarium* وخاصة سلالات تنتمي الي فيوزاريوم سولاني *Fusarium solani* وفيه يتم نزع ذرتي الهيدروجين من ذرتي الكربون رقم 1-2 وهذا التفاعل رغم بساطته فانه يزيد من فاعلية اي مركب سترويدي وبهذا التفاعل يمكن تحويل الكورتزول الي بردينزول (شكل 79) .

3- تفاعلات الاختزال

Reduction

هذا التفاعل اكتشفه شيل Shull سنة 1959م ويحدث بواسطة فطر ابيكوكم *Epicoccum* وفيه يحدث اختزال لمجموعة الكربونيل لجزئي البروجستيرون في ذرة كربون رقم 20 (شكل 80).

4- عملية فصل ذرتي الكربون في السلسلة الجانبية .

Separation of the side chain

تمكن بيترسون Petrson سنة 1956 م من انتزاع ذرتي الكربون لجزئي

CH_2OH
C=O
HO CH_3 OH
CH_3
O

كورتيزول
Cortisol

Fusarium solani
فيوزاريوم سولانى

CH_2OH
C=O
HO CH_3 OH
CH_3
O

بردينزول
Predinsol

شكل (79) : تفاعلات انتزاع الهيدروجين
dehydrogenation

CH_3
C=O
CH_3
CH_3
O

بروجستيرون
Progesterone

CH_3
C—OH
CH_3
CH_3

Epicoccum sp.
ابيكوكم

O

Progen, 20 ol

شكل (80) : تفاعلات الاختزال
Reduction

البروجستيرون في السلسة الجانبية وذلك بواسطة سلالات عديدة من جنس البنسيليوم *Penicillium* (شكل 81).

5- تفاعلات الفوق اكسدة

Epoxidation

هذا التفاعل اكتشفة العالم شيل Shull سنة 1955م ويحدث بواسطة كثير من الفطريات مثل فطر ميوكر *Mucor* وفطر كيورفيولاريا *Curvularia* (شكل 82) وبه يزداد ذوبان المركب السترويدي في المحاليل المائية .

عملية التخمر لانتاج المواد الهرمونية :

1- يختار الكائن حسب نوع التفاعل المرغوب وينمي في دوارق مخروطية سعة 500 مل كل منها يحتوي علي 200 مل وسط غذائى معقم ذو التركيب التالي :

مولاس او نقيع ذرة اوجلوكوز	٪4
املاح الفوسفات والمغنسيوم	٪1
مستخلص الخميرة	٪ 0.05

2- يضبط الاس الهيدروجيني للوسط الغذائي بين PH 5-6 بواسطة حامض الاكتيك .

3- يلقح الوسط الغذائي بالكائن المختار ويحضن عند درجة حراره 28 م لمدة 48ساعة .

4- تضاف المادة الستروييدية تبعا للتفاعل المطلوب .

5- تستمر مره ثانية عملية النمو لمدة تتراوح بين 24-96 ساعة .

6- يوقف النمو وتستخلص الماده الستروييدية بواسطة المذيبات العضوية مثل خلات الاثيل او البنزين حيث لاتمتزج بالماء . ثم يبخر المذيب وتترك المادة الستروييدية التي يعاد الكشف عنها باستخدام طرق التحليل الكروماتوجرافي للطبقة الرقيقة TLC والتاكد من نقاوتها . يعاد بللورتها وتعبا وتستعمل في الاغراض الطبيه المختلفه .

CH_3
C=O
CH_3
CH_3
O

بروجستيرون
Progesterone

Penicillum Sp.
جنس بنسيليوم

O
CH_3
CH_3
O

Androstene 3,17
dione

شكل (81) : تفاعلات فصل ذرتى الكربون فى السلسلة الجانبية

Seperation of the side chain

CH_2OH
$C=O$
CH_3
OH
CH_3
O

بروجستيرون
Progesterone

Mucor ميوكر
Curvularia
كيورفيولاريا

CH_2OH
$C=O$
CH_3
OH
CH_3
O
O

14,15 epoxido-
progesterone

شكل (82) : تفاعلات الفوق اكسدة
Epoxidation

السموم الفطريه

Mycotoxins

قد تتعرض المنتجات الزراعية والغذائية للتلوث الجرثومي في كل مرحلة من مراحل الانتاج جتي تصل الي المستهلك ورغم ان التسمم الجرثومي وتاثيره المرضي معروفان منذ زمن بعيد، ولكن التاثير الناجم عن الفطريات Toxins اي السموم الفطرية Myco-toxins لم تحظ بالاهتمام الا منذ فترة وجيزه وكانت التلوثات الفطرية تقدر بشكل عام بالعين وتعتبر كتلوثات عاديه ذات اهميه من الناحية الجماليه فقط الا ان الفطريات بسبب وجودها وامكانية نموها وحصيلة التغيرات التي تحدثها في المنتجات الزراعية والغذائية تساعد بقدر كبير علي التقليل من القيمة الغذائية والصحية لتلك المنتجات . والواقع فانه بامكان هذه الفطريات ليس فقط القيام بتغييرات كيمائية حيوية للمنتج فحسب بل وان تحدث عند الانسان امراضا فطرية (داء الفطور Mycosis) وان تكون مصدر افرازات سموم شديدة اذا ما ابتلعت نتج عنها تسممات ذات اشكال مختلفه تمتد من الاضرابات الخفيفه حتي الوفاة وتسمي هذه التسممات الناشئة عن الفطريات بالتسممات الفطرية Mycotoxicosis

اكتشاف السموم الفطريه

كان الانسان يتخوف كثيرا من الفطريات منذ زمن بعيد وتشير الوقائع الدينيه في العصور الوسطي الي اوبئة كانت تسمي باسماء مختلفة منها نار القديس انطوان او داء المحرومين حيث كانت تجتاح البلاد بشكل عنيف مثل الطاعون ، الكوليرا والجذام وعرف ان سبب هذه الاوبئه هو تناول حبوب تتطفل عليها فطريات من نوع الدبوسيات الحمراء كلافيسبس بيوربيوريا*Claviceps purpurea* والتي تحتوي علي اشباه القلويات السامه مثل مادة الارجوتامين Ergotamine

في سنة 1900 م اثبت العلماء اليابانيون وجود علاقه ما بين استهلا ك الارز العفن وبداية ظواهر مرضيه من بين اسبابها سموم فطرية عزلت فيما بعد بينما ظهرت ما بين عام 1944م الى عام 1947م فى بعض مناطق روسيا تسممات شديدة سببها عزى الى تناول حبوب ملوثة بفطر فيوزاريوم *Fusarium* وان اكثر من 10٪ من السكان قد

ماتوا نتيجة لذلك حتى عام 1960م فى انجلترا حيث تسمم بشكل كثيف عدد من المزارع التى تربى فراخ الديك الروميه Turkey نتيجة تناولها الفول السودانى Peanut المستورد من البرازيل واطلق على المرض المجهول فى هذا الوقت X - disease of turkey اى المرض المجهول الاصل للديوك الروميه .

هذا وقد عرف فيما بعد ان المسبب لتسممات الديوك الروميه هو نوع من السموم اطلق عليه سموم الافلاتوكسينات *Aflatoxins* والمفرزه بواسطة فطر اسبرجيلس فلافس *Aspergillus flavus* والملوثه لبذرة الفول السوداني .

انتبه العلماء إلى هذه الخطورة بعد ان ثبت ان سموم الافلاتوكسينات من اقوى المسببات للاورام السرطانيه مما ادى إلى تضافر الجهود للعاملين في ابحاث الفطريات والكيمياء الحيوية للتعرف على هذه السموم الفطرية وعزلها والتى نتناولها بايجاز فيما يلى لما لها من اهمية خاصة فضلا عن تأثيرها الضار على صحة كل من الانسان ، الحيوان والنبات وما ينجم عنها من خسائر اقتصادية كبيرة .

الافلاتوكسينات

Aflatoxins

تنتج سموم الافلاتوكسينات بواسطة سلالات مختلفة من فطر اسبرجيلس فلافس *Aspergillus flavus* واسبرجيلس بارازتكس *Aspergillus parasiticus* والتى توجد بكثره فى الطبيعه . اكتشفت تلك السموم لاول مرة فى بذور الفول السودانى المعدة لتغذية الحيوانات خلال دراسة عن وباء ناشئ عن تسممات فطرية لعدد من الديوك الرومي فى انجلترا سنة 1960م ومنذ ذلك الحين اصبح هذا الموضوع من الابحاث الهامة والتى وجهت لدراسة هذا النوع من السموم .

ومن الناحية الكيمائية تعتبر سموم الافلاتوكسينات احدى مجاميع المركبات الفطرية غير المتجانسة Heterocyclic ويمكن تقسيمها إلى مجموعتين رئيسيتين هما افلاتوكسين B وافلاتوكسين G وسميت بذلك نسبة إلى المصدر الفطرى اسبرجيلس فلافس *Aspergillus flavus* وكذلك بسبب لون اشعاعها الازرق (B) Blue

والاخضر Green (G) على التوالى عند الكشف عنها بواسطةالاشعة فوق البنفسجيه كما عرف منها اربعة انواع تنتمى إلى هاتين المجموعتين وهما افلاتوكسينات B_1 ، B_2 وافلاتوكسينات G_2 ،G_1 ذات الصيغ التركيبيه (شكل 83).

تعتبرسموم افلاتوكسين B_1 اهم سموم الافلاتوكسينات ذلك لانها اكثرهما الافلاتوكسينات ذلك لانها اكثرهما تسميما للانسان ، الحيوان ، الطيور ،الاسماك وتختلف قدرة الحيوان على تحمل سموم الافلاتوكسينات بينما تبلغ الجرعة المميته من افلاتوكسين B_1 لفئران التجارب 1مجم / كجم من وزن الحيوان اذ تبلغ الجرعة المميته للبط حديث الفقس نصف الكمية السابقة 0.5 مجم/ كجم والقدرة على مقاومة الافلاتوكسينات تختلف حتى فى النوع الواحد من الحيوانات .

تعتبر سموم الافلاتوكسينات B_1 من اشد المواد المسببة للسرطان لعديد من الحيوانات واكثر اعضاء الجسم تاثرا هو الكبد Liver وقد سجل ان كمية لا تتعدى 15 ميكروجرام للسم تسبب الاصابة بسرطان الكبد لفئرأن التجارب وتحدث الاورام بشكل سهل بواسطة تناول كميات قليلة ومنتظمة من السم .

وقد برهنت التجارب على اعطاء غذاء ملوث بسموم الافلاتوكسينات وبصورة منظمة للامهات من فئران التجارب خلال فترتى الحمل والرضاعة يسبب ظهور اصابات سرطانيه في ذريتها بعد فترة ، حيث يحدث ايض داخلي بجسم الام ، ويمر الي الرضع الصغار مع حليب الام في صورة نوع اخر من السموم يطلق عليه سموم الافلاتوكسينات M_2,M_1 وهماشديدا السمية وذات الصيغة التركيبية (شكل 84)؛

كثير من المواد الموجوده في الطبيعه او المصنعه تشجع علي انتاج سموم الافلاتوكسينات اذا لوثت بفطر اسبرجيلس فلافس *Aspergillus flavus* واسبرجيلس بارازتكس *Aspergillus parasiticus* ومن هذه المواد منتجات الالبان ، اللحوم ، الخبز ، الخضروات ، عصير الفاكهه ، الحبوب بانواعها ، البذور الزيتية والبقوليات . كما ان من العوامل المؤثره علي افراز سموم الافلاتوكسينات الحد الادني للرطوبة النسبيه علي المنتجات الغذائية والزراعية حوالي 80٪ عند درجة 30°م

افلا توكسين B_1
Aflatoxin B_1

افلا توكسين B_2
Aflatoxin B_2

افلا توكسين G_1
Aflatoxin G_1

افلا توكسين G_2
Aflatoxin G_2

شكل (83) : الصيغة التركيبيه للافلاتوكسينات.
Aflatoxins structural formula .

افلا توكسين M_1

Aflatoxin M_1

افلا توكسين M_2

Aflatoxin M_2

شكل (84) : الصيغة التركيبيه للافلاتوكسينات M_2, M_1

Aflatoxins M_1 and M_2 sturctural formula

وتتراوح درجات الحراره التي يمكن للفطريات ان تنتج عندها الافلاتوكسينات مابين 12°م الي 41°م بينما يكون اعلي معدل عند درجة حراره 30°م.

السترينين

Citrinin

السترينين مركب عضوي له خواص حامضيه عزل اساسا من فطر بنسيليوم سترينم *Penicillium citrinum* سنة 1931م وتعرف الان مجموعة كبيرة من الفطريات تفرز هذا المركب منها فطر بنسيليوم فيرديكاتم *Penicillium viridica-tum*، فطر بنسيليوم اكسبنسيم *Penicillium expansum* ، فطر اسبرجلس نيفيس *Aspergillus niveus* واسبرجليس تريس *Aspergillus terreus* والسترينين $C_{13} H_{14} O_5$ ذو الصيغة التركيبية (شكل 85).

امكن عزل المعزولات المفرزة للسترينين من حبوب الارز ، الشعير، القمح ، الذره والشوفان كذلك اكتشف السترينين في بعض المنتجات الزراعية والغذائية

حينما اكتشف السترينين لاول مره كان ذا كفاءه كمضاد حيوي ولكن الدراسات حول سمية هذا المركب علي حيوانات التجارب ابرزت تاثيرات جانبيه خطيره كان من نتائجها استبعاده كمضاد حيوي . وتعتبر الكلية الهدف الاساسى للتسمم بالسترينين .

اوكراتوكسينات

Ochratoxins

الاوكراتوكسينات هي مجموعه من المركبات المتشابهه التابعه لمجموعة ايزوكيومارينIsocoumarins واهم هذه المركبات اوكراتوكسين A ، اوكراتوكسين B و اوكراتوكسين C ذات الصيغة التركيبية (شكل 86).

عزلت الاوكراتوكسينات لاول مره سنة 1965م من فطر اسبرجيلس اوكراشيس *Aspergillus ochraceus* ومنذ ذلك الحين امكن عزل السم من عدد كبير من الفطريات منها :

اسبرجيلس ميليس *Aspergillus melleus*، اسبرجيلس سكليروشيم *Aspergillus sclerotium* ، بنسيليوم سيكلوبيم *Penicillium cyclopium*

شكل (85) : الصيغة التركيبيه للسترينين.
Citrinin structure formula

Ochratioxin A : R = H , R1 = Cl

B : R = H , R1 = H

C : R = C_2H_5 , R1 = Cl

شكل (86) : الصيغة التركيبيه للاوكراتوكسينات .

Ochratoxins structural formula

وبنسيليوم فيرديكاتم *Penicillium viridicatum*

هذا وقد امكن عزل هذه الفطريات من مصادر غذائية عديدة مثل الارز ، الذره ، الشعير ، دقيق القمح ، الاسماك ، السجق ، البقوليات وفول الصويا .

والاوكراتوكسينات ذات تاثير سام. وقد ثبت انه الجرعه المميته لفئران التجارب 20-22 مجم/ كجم من وزن الجسم واهم الاعضاء تاثيرا هو الكبد والكلي.

الباتيـولين

Patulin

ينتج الباتولين بواسطة انواع فطريه عديده تنتمي الي اجناس الاسبرجيلس *Aspergillus* ، البنسيليوم *Penicillium* والفيوزاريوم *Fusarium* هذا وقد عزي موت مئات من الحيوانات المدره للحليب في اليابان الي وجود الباتيولين في غذاء تلك الحيوانات وهو الشعير كذلك ماتت اعدادا من الحيوانات في كل من فرنسا والمانيا نتيجه تناولها قمحا وشعيرا ملوثا بفطر اسبرجليس كلافاتس *Aspergillus clavatus* المنتجه للباتيولين.

من اهم اعراض التسمم بالباتيولين احتقان ونزف الرئة ، الكلي ، الكبد والطحال .

الزيراليـنون

Zearalenone

ينتج الزيرالينون بواسطة انواع فطريه عديدة تنتمي الي جنس الفيوزاريوم *Fusarium* ومنها فيوزاريوم روزيم *Fusarium roseum* و فيوزاريوم تريسينيم *Fusarium tricinum* كذا فيوزاريوم مونيليفورمي *Fusarium moniliforme* هذا وقد ثبتت امكانية انتاجة بواسطة انواع فطرية تنتمي الي اجناس استاكيوبترس *Stachybotrys* اكريمونيم *Acremonium* وباسيلوميسيس *Paecilomyces* والزيزالينون $C_{18}H_{22}O_5$ ذات الصيغة التركيبيه (شكل 87).

يعد فطر فيوزاريوم روزيم *Fusarium roseum* من اقدر الانواع الفطريه علي انتاج الزيرالينون وتوجد بكثره علي كثير من الموادالغذائية والمنتجات الزراعية سواء

شكل (87) : الصيغة التركيبيه للزيرالينون .

Zearalenone sturctural formula

حديثة الحصاد او مخزنة.

يسبب الزيرالينون او الاغذية الملوثه به او بالفطريات المنتجه له اجهاض اناث حيوانات التجارب ويقلل من وزنها ونموها في تركيزاته المرتفعة كما اوضحت الدراسات الباثولوجية ان الزيرالينون يؤدي الي عقم في الابقار لما يسببه من اضطرابات في المبيض

التريكوثيكينات

Trichothecenes

تعتبر التريكوثيكينات مجموعة متقاربة التركيب الكيميائي ولها الشكل التركيبي العام (شكل 88) .

اكثر من خمسين مركبا مختلفا من مجموعة التريكوثيكنات منها سم T-2 ، سم HT-2 نيوسولانيول Neosolaniol ، داي اسيتكوسيسكربينول Diacetoxys ripenol ، دي اوكس نيفالينون Deoxynivalenol فيوزاريونون Fusarenone - X . وغيرها يمكن انتاجها بواسطة انواع فطرية تنتمي الي اجناس فيوزاريوم *Fusarium* ، استكايوبترس *Stachybotrys* ، الميروثيثيم *Myrothecium* والترايكودرما *Trichoderma* هذا وقد تم التعرف علي سموم الترايكو ثيكنات في كل من الذره ، الشعير والعلائق الحيوانيه مثل التبن والرده في عدد كبير من بلدان العالم .

تسب سموم التريكو ثيكينات بطء في النمو كذلك تسبب الاما شديدة يتبعها الموت في كثير من الحيوانات مثل الخنازير ، الماشيه والدواجن كما تحدث الاصابه بسرطان الكبد ، الامعاء والمعدة وتتميز الاعراض التسممية بهذا النوع من السموم بتقيحات وتغيرات مميته لانسجة الانف ، الشفاه والاغشيه المخاطيه .

مراقبة وقياس السموم الفطرية :

لتقدير حالة تلوث احد المنتوجات بالفطريات او السموم فانه يجب القيام بعزل وفحص الفطريات بالطرق المعروفة وكذلك اجراء التحاليل علي نوع السموم الفطرية المتواجدة في العينة وعزلها .

شكل (88) : الصيغة التركيبيه للترايكوثيكينات

Trichothecenes structural formula .

وليس من الضروري ان نجد سموما معينه في العينه المختبره وتنجح في نفس الوقت في عزل الفطر المفرز للسم من فوق العينه نفسها .

المراجع

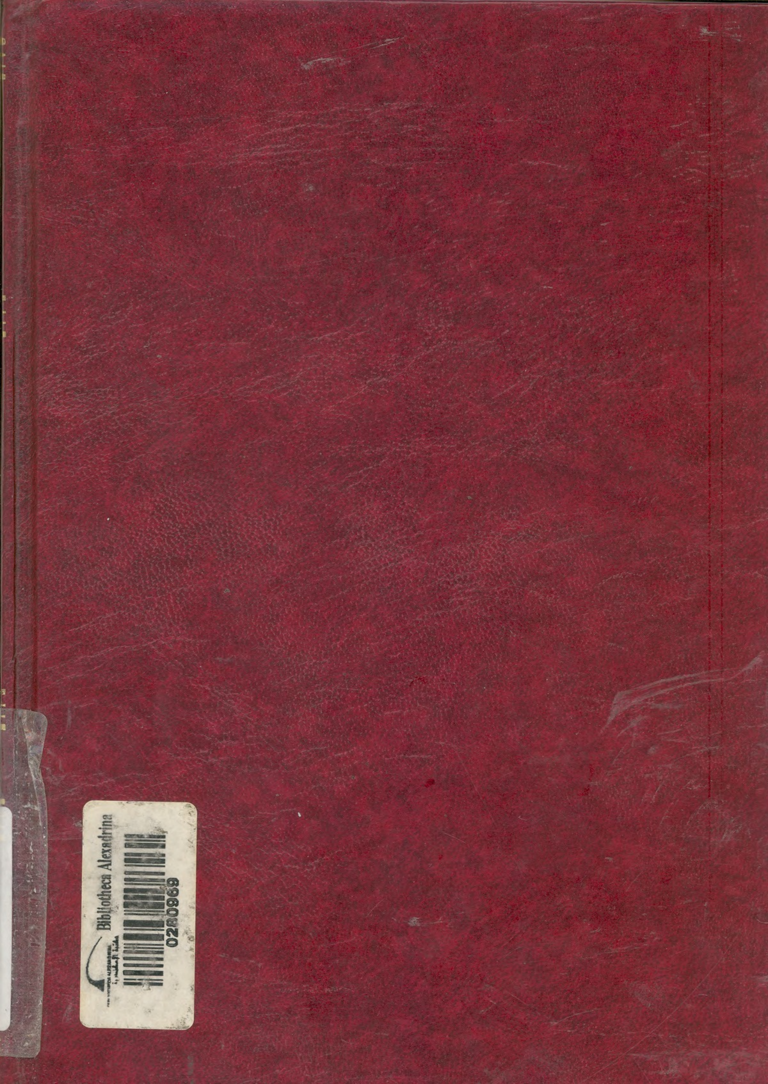
Refernces

1. Ainsworth ,G.C. and S.Alfred :The Fungi :An advanced treatise.volume1-New york : Academic press.1965.
2. Ainsworth, G.C.K.Frederick and S. Alfred: the fungi:
An advanced treatise. volume 4AA. txonomic review - New york.Academic press 1937.
3.Alexpoulos , C.J.; IntroductoryMycology. 2 ed .New Delhi,Wiley Eastern.1972.
4. Alexpoulos , C.J.and W.Charles: Introductory Mycolo gy .3rd.ed.-New York : Wiley.1979
5. Ashworrh, J.M. andD.Jennifer: The Biology of Slime Moulds . London: Arnold 1975.
6. Beckett , A. B. Heath and D.J.McLaughlin : An Atlas of Fungal Ultra Structure . London : Longman. 1974.
7. Burnelt G.H.: Fundamentals of Mycology .2nd ed. London: Arnold, 1976.
8. Christensen ,C.M.:Common Fleshy Fungi. Minnepolis: Burgess1961.
9. Christensen , C.M. :The Moulds and Man .An intero duction to the Fungi . 2 nd ed.- Minneopolis Univeristy- of Minnesota press. 1961
10. Cooke, R.C. and A.D.Rayner :Ecology of Saprophytic Fungi . London : Longman ,1984
11. Darrell, J.W.and M.H.Wilford: TheFungal Spores . form and function. New York 1976.
12.Deacon,J.W.; Intrduction to Modern Mycology..2 nd ed .Ford Blackwell , 1984
13. Devinder, S.C.An Introduction to Mycolgy. New Del hi.Oxford and IBH.1970.
14. Elizabeth, M.:Fundamentals of the fungi. Landecker, NewYork University. 1972.
15. Frederic, E.C.andL. Cornelins: TheGenera of Fungi. shear - NewYork: Hafner, 1954.
16. Griffin, D.M.Ecology of soil fungi, London: Chapman and Hall.1972.

17. IngoldC.T.:Dispersal in fungi. Oxford:Clarendon. 1953.
18. Ingold, C.T.:The Bigoloy of fungi.Rev . ed London: Hutchinson 1967.
19. Ingold , C.T.: Fungal Spores. Their Liberation and Dispersal .Oxford:Clarendon. 1971.
20. Lilian , E.H. :Fungi An Introduction. London : Hutch inson .1966.
21. Lodder , J.: The Yeasts. Amsterdam: North.Holland . 1970.
22. Martin. C.W.and C.J.Alexopoulos: The Myxomy cetes. Iowa city: University press.1969.
23. Smith, J.E.and D.R.Berry: the Fliamentous Fungi. Vo lume I. Industrial Mycology . London: Arnold 1975.
24. Smith, J.E.and D.R.Berry: Filamentous Fungi. Vol ume3. Industrial Mycology.London: Arnold .1978.
25. Vincent, W.C.: Physilogy of Fungi . New York: Wiley . 1958.
26. Virgil, C.L.and H.L Barntt: Phsiology of Fungi. New york: MC Graw-Hill 1951.


المعرفة حق طبيعي لكل إنسان
جامعة عمر المختار - البيضاء


المعرفة حق طبيعي لكل إنسان
جامعة عمر المختار - البيضاء


Bibliotheca Alexandrina
0280969